Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação
em Educação Matemática

ANAIS
DO IV EBRAPEM

Campinas - SP
8 a 9 de novembro de 2002

Graf. FE

UNICAMP

CEMPEM

Copyright © by organizadores, 2002

Elaboração da ficha catalográfica

Gildenir Carolino Santos
(Bibliotecário)

Impressão e acabamento

Graf. FE
Tel: (19) 3788.5563

Tiragem

250 exemplares

Apoio:

CEMPEM/FE/UNICAMP

Catalogação na Publicação (CIP) elaborada por
Gildenir Carolino Santos – CRB-8ª/5447

En17a Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática (6. : 2002 : Campinas, SP).
Anais do VI EBRAPEM : realizado de 8 a 9 de novembro de 2002, Campinas, SP / Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. -- Campinas, SP: Graf. FE, 2002.

Tema central: A pesquisa em Educação Matemática: múltiplos olhares sobre sua produção e perspectivas teórico metodológicas.
ISBN: 85-86091-53-7

1. Educação matemática - Congressos. 2. Educação – Pós-graduação - Congressos. I. Título.

02-0178-BFE

20ª CDD - 372.7

Índice para catálogo sistemático

1. Educação matemática : Congressos 372.7
2. Educação : Pós-graduação : Congressos 378.2

Impresso no Brasil
Outubro - 2002
ISBN: 85-86091-53-7

© Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida por meios impressos ou eletrônicos, sem a devida permissão escrita da autora.
Todos direitos reservados e protegidos por lei.

Universidade Estadual de Campinas

Faculdade de Educação

VI EMBRAPEM

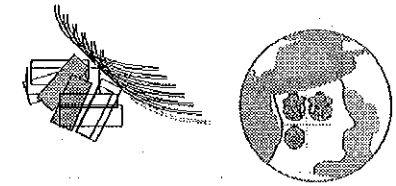
A Pesquisa em Educação Matemática: Múltiplos olhares sobre sua produção e perspectivas teórico-metodológicas

Org.: CEMPEM

Círculo de Estudos, Memória e Pesquisa em Educação Matemática

Marcelo C. Borba
GPIMEM
UNESP

UNICAMP
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
Programa de Pós-Graduação
CAMPINAS, 2002



COMISSÃO ORGANIZADORA

- *Ana Cristina Ferreira*
- *Antônio Henrique Pinto*
- *Cell Espasandim Lopes*
- *Dale Bean*
- *Eliana da Silva Souza*
- *Fabiana Fiorezi de Marco*
- *Gilberto Francisco Alves de Melo*
- *Luciana Parente Rocha*
- *Maria do Carmo de Sousa*
- *Maria Tereza Menezes Freitas*

REVISÃO

Comissão organizadora

CAPA

Comissão Organizadora

IMPRESSÃO

Gráfica - FE

EDIÇÃO

Jórgias Alves Ferreira (Mike)

APOIO

- *Direção da Faculdade de Educação/Unicamp*
- *Pós-Graduação da Faculdade de Educação*
- *FAEP – Fundo de Apoio ao Ensino e à Pesquisa*
- *CAPES*

Sumário

Apresentação 05

Programação Geral 06

Textos dos Professores 07

Sessões de Comunicação 46

Textos dos Participantes 58

Lista de Participantes 715

Apresentação

Esse volume contém a programação, os textos dos conferencistas e as comunicações científicas do VI EBRAPEM. As comunicações reúnem teses e dissertações recentemente concluídas, bem como trabalhos em diversas fases de desenvolvimento.

Essa é uma característica essencial desse evento: abrir espaço para a discussão de trabalhos em andamento e de trabalhos recentemente concluídos. Dessa forma, pós-graduandos, recém doutores e experientes pesquisadores realizam um intercâmbio de reflexões, conhecimentos e experiências, beneficiando a todos.

Iniciamos com a programação de cada dia do evento. A seguir, apresentamos os textos preparados pelos professores convidados em ordem alfabética. Finalmente, seguem as comunicações científicas também em ordem alfabética.

As sessões de comunicação foram organizadas segundo a temática dos trabalhos. Assim, contamos com sessões sobre formação de professores, sobre etnomatemática e modelagem, sessões relacionadas à história e filosofia, dentre outros. Contudo, nem sempre foi possível garantir essa sistemática. Dada a originalidade e a especificidade de vários trabalhos tornou-se necessário agrupá-los a partir de uma temática mais geral (ex. questões específicas do ensino e aprendizagem, conteúdos específicos, etc).

Nas últimas páginas, apresentamos uma listagem com nome, instituição de origem e e-mail dos participantes.

Tendo em vista o grande número de participantes, gostaríamos de ressaltar que procuramos fazer todo o possível para organizar um evento de modo que todos pudessem aproveitar a interação proposta pelo encontro.

Comissão Organizadora

Novembro de 2002

PROGRAMAÇÃO

08 de novembro de 2002 (Sexta feira)	09 de novembro de 2002 (Sábado)
8h – Recepção e entrega das pastas e crachás.	8h – Sessões de Comunicação (23 a 33).
9h 00min – Abertura.	10h – Café.
9h 30min – Palestra com a Profª Drª Beatriz D'Ámbrosio (UIPUI – EUA). *"Conversas Matemáticas: Metodologia de Pesquisa ou Prática Profissional?"*	10h 30min – Mesa Redonda: *"Múltiplas perspectivas teórico-metodológicas da Pesquisa em Educação Matemática".* Prof. Dr. Antonio Miguel (UNICAMP) Profa. Dra. Maria Ângela Miorim (UNICAMP) Prof ª Dr ª Gelsa Knijnik (UNISINOS) Prof. Dr. Luciano Meira (UFPE)
10h 30min – Sessões de Comunicação (1 a 11).	
12h 30min – Almoço.	12h 30min – Almoço.
14h – Sessões de Comunicação (12 a 22).	14h – Sessões de Comunicação (34 a 44).
16 h – Café.	16h – Café.
16h 30min – Mesa Redonda: *"Tendências na pesquisa em Educação Matemática".* Prof. Dr. Dario Fiorentini (UNICAMP) Prof. Dr. Manoel Oriosvaldo de Moura (USP) Prof. Dr. Antônio Carrera (UNESP – Rio Claro)	16h 30min – Encerramento e Assembléia de Pós-graduandos.
19h – Noite cultural.	19 h – Noite Cultural.

A prática social de investigação em história da matemática: algumas considerações teórico-metodológicas

Maria Ângela Miorim FE-UNICAMP
Antonio Miguel FE-UNICAMP

Introdução

A constituição de uma comunidade de pessoas interessadas em investigar, divulgar e debater publicamente suas produções relativas à história da matemática ocorreu inicialmente de forma vinculada à própria matemática ou à discussão mais geral em torno da história das ciências, sendo os encontros e periódicos organizados em torno destas áreas os principais canais abertos para a difusão e debate da produção mais específica relativa à história da matemática. O mesmo ocorreu com o surgimento de sociedades científicas relativas à história da matemática. Mesmo após a década de 70 do século XX, período em que se assiste a um renascimento da motivação em relação à história da matemática, a primeira iniciativa de se dirigir esse processo de organização das produções não coube exclusivamente a uma instituição única e especializada em história da matemática, mas à confluência de interesses de três instituições, uma ligada à matemática, outra à história da matemática e outra à história da ciência.

É interessante observar que, a partir do início do século XX, artigos sobre história da matemática acabaram encontrando espaço de publicação em periódicos relativos à Educação Matemática. Somente na década de 70 desse mesmo século, mais precisamente em 1974, seria criada a primeira revista específica em História da Matemática. *Historia Mathematica* surgiu como uma revista de divulgação científica da *International Commission on the History of Mathematics* (ICHM).

Por sua vez, as primeiras manifestações de estabelecimento de relações entre a história da matemática e a educação matemática ocorreram por meio da percepção da importância da participação da história da matemática no processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina. Ao menos desde o século XVIII essa percepção pode ser identificada, sendo a obra *Eléments de géométrie* (1741), do matemático francês Alexis Claude Clairaut, geralmente considerada pioneira no estabelecimento desse vínculo.

Por sua vez, devemos assinalar uma outra forma de estabelecimento de relações entre história da matemática e educação matemática que diz respeito à configuração de interesses relativos à constituição de histórias de vários aspectos ou áreas da educação matemática.

As primeiras produções relativas à história da educação matemática surgiram como fragmentos ou capítulos de textos de histórias gerais das civilizações, de histórias mais gerais da educação ou mesmo de histórias particulares da matemática.

É importante registrar ainda que a única organização internacional que se propõe a discutir essas duas formas de relação entre história da matemática e educação matemática é o *International Study Group on the Relations between the History and Pedagogy of Mathematics* (HPM), filiado à Comissão Internacional de Ensino de Matemática (ICMI), criado por ocasião da realização do Workshop *História na Educação Matemática*, ocorrido na cidade de Toronto (Canadá), em 1983.

Merece ser destacado o fato de que, no Brasil, as discussões relativas a essas duas formas de participação da história na educação matemática têm ocorrido nos encontros promovidos pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM - e, sobretudo, nos Seminários Nacionais de História da Matemática promovidos pela Sociedade Brasileira de História da Matemática - SBHMat -, fundada em 1999, durante o III Seminário Nacional de História da Matemática, ocorrido em Vitória - ES[1]. Nesse Seminário foram lançadas as duas revistas editadas pela SBHMat: História da Matemática e História & Educação Matemática.

A trajetória que levou à constituição, a partir de meados da década de 80 do século XX, de uma prática social autônoma de investigação em História da Matemática no Brasil possui algumas características diferenciadas das de outros países.

Uma primeira característica está associada ao surgimento, durante a década de 70 do século XX, dos primeiros cursos de pós-graduação, particularmente em Educação, para os quais afluíram professores de diferentes áreas do conhecimento, em particular da matemática, e lá tiveram contato, talvez pela primeira vez, com disciplinas de caráter histórico e filosófico. A disciplina História da Educação Brasileira assumiria um papel de destaque por possibilitar aos futuros professores-pesquisadores de áreas específicas o contato com a reflexão e a pesquisa histórica, elementos que estavam praticamente ausentes dos cursos de licenciatura e bacharelado em geral.

Uma outra característica que contribuiu para o desenvolvimento de estudos históricos foi o movimento brasileiro em torno da Etnomatemática. Isso porque, a preocupação desse movimento com a realização de estudos antropológicos e culturais com o fim de se resgatar os conhecimentos matemáticos de grupos culturais tradicionalmente marginalizados – e associada a esse resgate, a crença na potencialidade pedagógica emancipadora de tais conhecimentos -, colocava diretamente aos investigadores desse campo a necessidade de engajarem num projeto não eurocentrista de re-leitura da história da matemática.

A terceira característica específica da trajetória brasileira seria a influência, no domínio da investigação em história da matemática, de pesquisadores alemães e ingleses que orientaram os trabalhos de doutorado de pesquisadores brasileiros financiados por instituições brasileiras de fomento, durante as décadas de 80 e 90 do século XX.

A caracterização da produção acadêmica brasileira no interior da prática social de investigação em História da Matemática

Para proceder à caracterização das pesquisas desenvolvidas em instituições brasileiras, concluídas ou em andamento, que se inserem na prática de investigação que estamos focalizando neste trabalho, utilizamos, sobretudo, os Anais de Encontros Nacionais e Luso-Brasileiros de História da Matemática. Para tal caracterização, consideramos os seguintes elementos de análise: a natureza do objeto de investigação/campo de investigação, a instituição na qual o trabalho foi desenvolvido, cidade/estado de tal instituição, ano de apresentação do trabalho.

[1] Os quatro Seminários Nacionais de História da Matemática ocorreram respectivamente em: Recife - PE, 1995; Águas de São Pedro – SP, 1997; Vitória - ES, 1999 e Natal – RN, 2001.

Foi possível identificar, considerando especialmente os dois primeiros elementos de análise, a existência de dois momentos qualitativamente distintos em relação à produção brasileira no interior dessa prática.

O primeiro momento, anterior a 1999, seria aquele no qual são constituídos os primeiros centros de investigação em história da matemática em nosso país, quais sejam: no Estado de São Paulo, a Universidade Estadual Paulista (UNESP) - campus de Rio Claro -, a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade de São Paulo (USP); no Estado de Pernambuco, a Universidade Federal Rural (UFRPE); no Estado do Rio Grande do Norte, a Universidade Federal (UFRN); no Estado do Paraná (UFPR), a Universidade Federal. De fato, das 46 produções anteriores a 1999 por nós analisadas, 33 provêm dessas instituições, o que corresponde, aproximadamente, a 71,7% da produção total. Esse resultado parece, portanto, confirmar algumas das características peculiares da constituição dessa prática de investigação em nosso país, que apontamos na seção anterior. Já o momento que se inicia em 1999 pode ser considerado como o mais produtivo, sendo também aquele em que se inicia a propagação dessa prática de investigação para outros estados brasileiros. De fato, quando comparamos a produção dos seis anos do período que vai de 1993 a 1998 (46 trabalhos) com aquela dos três anos do período que vai de 1999 a 2001 (123 trabalhos), observamos que a produção do último atinge o triplo da do primeiro. Além disso, se no primeiro período a produção se concentrava, quase em sua totalidade em quatro Estados, a partir do último, dez outros também passam a dela participar, ainda que essa produção continue concentrando-se na maior parte das instituições que ocupavam a liderança no primeiro período.

Quando procedemos à leitura da produção específica relativa à prática social de investigação em História da Matemática com base no modo como concebemos a matemática e a educação matemática, identificamos seis campos de investigação.

História da Matemática - Incluímos nesse campo de investigação todo estudo de natureza histórica que investiga, diacrônica ou sincronicamente, todas as dimensões da atividade matemática na história em todas as práticas sociais que participam e/ou participaram do processo de produção de conhecimento matemático: os modos de constituição e transformação dessa atividade em quaisquer épocas, contextos e praticas; as comunidades de adeptos e/ou as sociedades científicas ligadas a essa atividade; os métodos de produção e validação do conhecimento matemático gerados por essa atividade; os processos de abandono e incorporação de objetos antigos ou novos de investigação por essa atividade; a natureza e os usos sociais dos conhecimentos produzidos nessa atividade; os produtores de conhecimentos que se envolveram com essa atividade; as obras nas quais esses conhecimentos foram expostos; as instituições sociais que promoveram e/ou financiaram essa produção, etc.

História da Educação Matemática – Quando destacamos da atividade matemática aquela dimensão que se preocupa exclusivamente em investigar os processos sociais intencionais de circulação, recepção, apropriação e transformação dessa atividade, estaremos distinguindo, por inclusão, um novo campo de investigação que denominamos história da educação matemática. Incluímos nesse campo de investigação todo estudo de natureza histórica que investiga, diacrônica ou sincronicamente, a atividade matemática na história, exclusivamente em suas manifestações em práticas pedagógicas de circulação e apropriação do conhecimento matemático e em práticas sociais de investigação em educação matemática.

História na Educação Matemática – No campo da História na Educação Matemática incluímos todas as investigações que tomam como objeto: formas de participação da história

da matemática e/ou da educação matemática na educação matemática, entendendo-se esta última tanto como campo de ação pedagógica quanto como campo de investigação. Nesse sentido, incluem-se nesse campo as investigações que procuram analisar algum aspecto ou problema de uma ação efetiva realizada com professores, futuros professores ou estudantes de quaisquer níveis.

Estudos Historiográficos – Incluímos nesse campo toda pesquisa de natureza histórica e/ou filosófica que toma como objeto de investigação questões ou aspectos relativos à historiografia da matemática ou da educação matemática.

Teoria da História na ou da Educação Matemática - Incluímos nesse campo toda pesquisa de natureza filosófica que toma como objeto de investigação questões ou aspectos relativos à história na educação matemática e/ou à história da educação matemática, particularmente aqueles que se apresentam em fontes escritas diversas (documentos legais, livros didáticos, artigos relativos ao campo em questão, dissertações e teses, etc.) destinadas a quaisquer níveis de ensino e/ou em fontes orais.

Campos Afins: Incluímos nessa categoria qualquer tipo de produção que se apresenta nos documentos que analisamos e que não pode ser inserida em nenhum dos campos anteriores.

Em relação à inserção dos trabalhos nesses diferentes campos de investigação, a análise da produção revelou-nos que dos 169 trabalhos analisados aproximadamente 40% pertencem ao campo da história da matemática, 20% ao campo da história da educação matemática, 15% ao campo da história na educação matemática, 3% ao campo dos estudos historiográficos, 11% ao campo da teoria da história na ou da educação matemática e 11% a campos afins. A partir de 1999, a produção no interior do campo da história da educação matemática amplia-se em relação aos da história da matemática e da história na educação matemática.

Considerações acerca das diferentes perspectivas teóricas no interior do campo de investigação História da Educação Matemática

A produção de histórias no campo da educação matemática está, é claro, condicionada às diferentes formas de se conceber a história, cada uma delas respondendo diferentemente a questões específicas desse campo de investigação. Uma dessas questões, que nos parece nuclear, é a que se refere às relações que podem ser estabelecidas entre a matemática dita científica, isto é, o conhecimento matemático produzido no interior da prática de investigação dos matemáticos, e a chamada matemática escolar, isto é, o conhecimento matemático produzido para a e na instituição escolar[2].

Na história desse campo de investigação, as respostas a essa questão tenderam a basear-se nos seguintes pressupostos:

- existe uma subordinação da matemática escolar à matemática científica;
- a matemática escolar independe da científica;

2 Esta questão foi o ponto central da conferência apresentada por Wagner Rodrigues Valente (Valente, 2001) no IV Seminário Nacional de História da Matemática.

- a matemática escolar participa da constituição da matemática.

Podemos identificar ao menos duas formas de produção de história da educação matemática que apresentam a matemática escolar subordinada à matemática científica. Essas formas filiam-se a concepções clássicas de história, as quais enfatizam as idéias apresentadas em uma determinada área do conhecimento, em determinadas épocas, por povos, personagens ou países. Para isso, são utilizadas como fontes de pesquisa os documentos escritos por personagens, instituições, órgãos oficiais, etc.

Uma primeira forma de história da educação matemática produzida segundo essas concepções utiliza basicamente fontes históricas da educação e da matemática. A sua escrita consiste em buscar relações entre essas duas histórias. Trata-se de um exercício de associar os conteúdos historicamente produzidos na matemática com as tendências pedagógicas presentes no mesmo período histórico. Dessa forma, a matemática escolar é entendida como uma adaptação da matemática científica no contexto escolar. Ou seja, a matemática escolar é entendida como sendo a matemática científica revestida de uma forma que é proposta por uma determinada tendência pedagógica. Dessa forma, podemos entender a matemática escolar como aquela que é constituída pelo conteúdo científico associado a uma forma pedagógica. A justificativa seguinte, apresentada por Euclides Roxo para explicar o surgimento do Primeiro Movimento Internacional para a Modernização do Ensino da matemática, na Introdução de sua obra *A Matemática na Educação Secundária*, constitui um exemplo dessa primeira forma de se conceber a relação entre a matemática escolar e a científica:

> *Deixando mesmo de parte o problema da aprendizagem da metodologia, há questões de ordem mais geral, cuja investigação veio, por assim dizer, romper o estado de equilíbrio ou de cristalização a que, através de alguns séculos, atingira o ensino da matemática.*
>
> *Por um lado, o desenvolvimento da matemática e a evolução do pensamento matemático, que, contrariamente à suposição vulgar, também se fazem, a passos largos, como nas demais ciências, não poderiam deixar de influir profundamente sobre a concepção do ensino da matemática, ou melhor, do sentido da educação matemática, quer no tocante à escolha e à organização da matéria versada, quer em relação à própria finalidade do ensino.*
>
> *Por outro lado, a evolução dos conceitos de educação e cultura, haviam também de provocar uma alteração correlata no valor de cada disciplina escolar e no sentido que deve ter a aprendizagem desta (Roxo, 1937, p. 5-6).*

Uma outra forma de história da educação matemática que apresenta a matemática escolar subordinada à matemática científica é aquela proposta por Yves Chevallard sob a denominação de Transposição Didática. A partir da análise do conhecimento matemático historicamente produzido por matemáticos, ou seja, da matemática científica, Chevallard analisa a matemática escolar. A grande referência para a sua análise é, portanto, a matemática científica. Como já indica a própria denominação – Transposição Didática - utilizada por Chevallard, para este autor, a matemática escolar é entendida como uma transposição da matemática científica para o ambiente escolar. Não se trata, entretanto, de uma transposição mecânica ou direta, uma vez que, para este autor, existe uma instância – a noosfera – constituída por representantes do sistema de ensino e da sociedade em geral, particularmente

pais, especialistas da disciplina e funcionários de órgãos públicos, pela qual o saber científico passa antes de tornar-se saber ensinado (Chevallard, 1991, p. 28-29).

Apesar desse autor considerar a existência de algumas produções escolares – as criações didáticas, ocorridas dentro do processo de transposição -, elas não estariam relacionadas à matemática científica, não interfeririam no processo de produção da matemática científica. A história da educação matemática escrita sob essa visão apresenta estudos sobre as transposições didáticas ocorridas. Ou seja, apresenta uma história da matemática escolar através de uma busca pela forma como a matemática escolar se apropriou, modificou ou deformou a matemática dos matemáticos.

A discussão acerca da produção de conhecimentos pela escola está atualmente sendo colocada por diferentes autores sob várias perspectivas. Com relação aos conteúdos das disciplinas escolares, um autor que tem se destacado é André Chervel. A posição deste autor é a de que a matemática escolar é uma produção da escola, pela escola e para a escola. Nesse sentido, ele rompe com as formas tradicionais de se relacionar o conhecimento matemático dos matemáticos com o conhecimento da matemática escolar. A escola é um local de produção de uma matemática específica, não dependente diretamente da matemática científica. A história da educação matemática segundo essa proposta considera como centro de sua investigação a escola. As fontes primárias serão aquelas produzidas para a escola, na escola e pela escola.

Uma terceira possibilidade de relacionamento entre a matemática escolar e a matemática dos matemáticos começou a ser esboçada a partir das últimas décadas do século XX, dentro de uma discussão mais ampla acerca do conhecimento, discussão esta que coloca em questão a diferenciação e a hierarquização dos saberes. Algumas das propostas apresentadas, particularmente aquela denominada Nova História da Ciência, podem ser inseridas na chamada história cultural e entendem a produção do conhecimento como um processo que envolve as várias práticas pelas quais esse conhecimento circula, todas diretamente envolvidas na produção desse conhecimento. A matemática escolar, dentro dessa visão, seria uma dessas práticas e, portanto, tanto ela como a matemática dita científica contribuiriam para a constituição de um conhecimento que poderia ser denominado matemática. A história da educação matemática produzida nessa vertente, para a investigação de um objeto específico, poderia levar em consideração elementos de diversas práticas constitutivas do conhecimento matemático.

Considerações acerca das diferentes perspectivas teóricas no interior do campo de investigação História na Educação Matemática

A questão básica do campo de investigação que estamos denominando História na Educação Matemática, e à qual toda produção que nele se insere acaba se posicionando, de forma implícita ou explícita, diz respeito aos tipos de vínculo que se poderiam estabelecer, no plano da produção cultural, entre o passado e o presente no que se refere, especificamente, às relações que se pode estabelecer entre produção cultural da humanidade no passado (filogênese) e a construção do conhecimento, no plano individual, no presente (ontogênese) ou, em outras palavras, ao modo como se concebe a relação entre cultura e cognição.

Na história desse campo de investigação, muitas têm sido as formas de se posicionar em relação a essa questão; porém, a grande maioria delas tendeu e tem tendido a postular e a defender a existência de pelo menos um elemento invariante comum entre os processos da

filogênese e da ontogênese, ainda que a natureza desse elemento invariante comum possa ser diferente nessas diferentes propostas. Dos estudos realizados em (Miguel, 1997) e em (Miguel, 1999a) podemos destacar alguns desses elementos invariantes que mais freqüentemente têm sido levantados na literatura específica referente a esse campo de investigação: seleção adequada de conteúdos de ensino, ordenação adequada dos conteúdos de ensino, seleção de métodos de ensino adequados, explicitação clara e adequada de objetivos para o ensino, motivação, trabalho com os obstáculos epistemológicos, trabalho com os mecanismos operatórios cognitivos de passagem, consciência da unidade da matemática, percepção da natureza do pensamento matemático, desmistificação da matemática, autonomia intelectual, pensamento crítico, apreciação estética de demonstrações e métodos matemáticos, conscientização acerca de usos sociais eticamente reprováveis da matemática, constituição da identidade cultural, etc.

Quando nos atentamos para a natureza de tais elementos invariantes ou de tais potencialidades atribuídas à história da matemática, não é difícil perceber que eles poderiam reduzir-se a duas perspectivas básicas diferentes, mas não mutuamente excludentes, em relação às finalidades que poderiam ser atribuídas à educação matemática. Uma dessas perspectivas sugere que a finalidade da educação matemática é fazer com o estudante compreenda a própria matemática. A outra, que a finalidade da educação matemática é fazer com o estudante construa, por intermédio do conhecimento matemático, determinados valores e atitudes. Desse modo, na primeira perspectiva, a matemática é vista como tendo um fim em si e por si mesma, ao passo que, na segunda, ela passa a ser encarada como um meio para se promover, entre os estudantes, a construção de atitudes e valores de natureza diversa. Nesse sentido, os defensores da primeira perspectiva tendem a ver a história da matemática como uma fonte de recursos considerados essenciais quer ao ensino (do conteúdo matemático), isto é, para o professor, quer à aprendizagem (do conteúdo matemático), isto é, ao aluno. A natureza específica do elemento invariante ou da potencialidade pedagógica atribuída à história da matemática pode variar no interior de uma ou da outra perspectiva em função, respectivamente, do modo como se concebe a natureza dos fatores determinantes, ou pelo menos condicionadores, da compreensão/aprendizagem matemática ou da natureza das atitudes e dos valores que se deseja promover.

Se adotarmos, porém, o ponto de vista da impossibilidade de se distinguir rigidamente entre conteúdos e valores no âmbito da própria matemática (impossibilidade esta que, geralmente, não é admitida pelas diferentes perspectivas), e tendo em mente ainda o fato de que valores morais e éticos poderiam ser também entendidos como conteúdos específicos de aprendizagem e de investigação de outro domínio de conhecimento (a filosofia ou, mais particularmente, a Ética, por exemplo) que não o matemático, então, a distinção entre aprendizagem matemática e aprendizagem de atitudes e valores através da matemática se torna igualmente indistinta (indistinção esta que também não é, geralmente, admitida pelas diferentes perspectivas). E daí, a questão central que se coloca para ambas as perspectivas é a mesma, qual seja, a da necessidade ou não de adoção e de justificação do ponto de vista recapitulacionista, isto é, a da necessidade ou não de estabelecimento de um vínculo invariante entre a produção do conhecimento matemático na filogênese e a produção do mesmo na ontogênese, qualquer que seja a natureza desse vínculo. Conseqüentemente, em casos de defesa da necessidade de estabelecimento de uma subordinação do presente em relação ao passado mediante um vínculo invariante entre ambos, as diferentes possibilidades de justificação de um tal ponto de vista recapitulacionista está condicionada sobretudo pela

concepção que se tem do modo como se produz o conhecimento matemático nesses dois domínios.

Se acreditamos, por exemplo, como defendeu Haeckel através de uma extensão de sua lei biogenética fundamental ao domínio psicológico, que o desenvolvimento psíquico da criança é uma repetição abreviada da evolução filogenética, acabamos estabelecendo um elo de natureza biológica entre o passado e o presente. E daí, tudo se passa como se a produção cultural do passado tivesse o poder de projetar-se biologicamente (e cronologicamente) sobre o presente e determinar, de algum modo, o seu curso. Hereditariedade e adaptação passam, então, a ser vistas, como também o fazia Haeckel, como as duas funções psicológicas básicas para a 'produção' do conhecimento por parte do indivíduo, ou melhor, para a recapitulação seqüenciada e progressiva de estruturas pré-formadas de conhecimento e/ou valores (caso, se insista na manutenção dessa distinção) por parte do indivíduo.

Alternativamente, se se considera, por exemplo, tal como o fizeram epistemólogos e educadores filiados ao ideário do denominado ensino-intuitivo ou sensacionismo-empirismo que a aprendizagem matemática constitui, fundamentalmente, um fenômeno de natureza sensório-perceptiva, os objetos matemáticos passam, como decorrência, a ser concebidos como complexos de sensações e de estímulos perceptivos, e a história da matemática aparece como campo de possibilidade de busca de recursos geométrico-visuais e/ou intuitivos a serem transpostos ou utilizados no processo de ensino-aprendizagem. Para essa perspectiva, a justificativa para a adoção do ponto de vista recapitulacionista poderia basear-se tanto em razões de natureza biológica quanto de cunho estritamente didático.

Mas se a aprendizagem matemática, tal como o fizeram epistemólogos e educadores construtivistas inspirados no referencial piagetiano, é vista como uma reconstrução do conhecimento matemático já construído historicamente, e os objetos matemáticos são concebidos como entes operatórios, então, a ontogênese deve recapitular a filogênese no sentido de resgatar as propriedades inerentes ao próprio conhecimento que se deseja reconstruir. Daí, a história da matemática aparece como campo de possibilidade de busca de mecanismos cognitivos operatórios de passagem de um estado ou nível de conhecimento a outro de conhecimento quantitativa e qualitativamente distinto e de estudo da natureza dos conflitos cognitivos que se manifestam na passagem de um a outro estado ou nível. Nesse sentido, para essa perspectiva, a justificativa para a adoção do ponto de vista recapitulacionista não se prende a razões de natureza biológica ou mesmo didática, mas constitui uma decorrência necessária da concepção epistemológica prévia acerca da aprendizagem matemática.

Mas a aprendizagem matemática também pode ser vista, como o fizeram alguns investigadores filiados à escola francesa de didática da matemática, tais como Brousseau, Glaeser, Artigue, Sierspinska e outros, fundamentalmente como a capacidade de construção de recursos cognitivos (conhecimentos, e/ou procedimentos e/ou concepções) superadores de obstáculos cognitivos que se manifestam no ato individual de resolução de problemas matemáticos e de, portanto, de enfrentamento de uma situação contendo um conjunto de condicionantes que não podem ser desrespeitados, sendo tais recursos concebidos como a solução ótima ou otimizada para se dar conta de tal situação (Miguel, 1999a; Radford & Boero & Vasco, In:Fauvel & Maanen, 2000, p.162). E daí, a história da matemática aparece como campo de possibilidade de busca de obstáculos epistemológicos (isto é, de conhecimentos, e/ou procedimentos e/ou concepções inadequados) que teriam se manifestado aos produtores históricos do conhecimento matemático no enfrentamento de situações-problema bem

determinadas. E se não houver uma história da matemática constituída nessa perspectiva, isto é, numa perspectiva bachelardiana, e mesmo que o próprio Bachelard tenha se recusado a fazê-la, torna-se necessário constituí-la através de uma releitura didático-epistemológica dessa história, com base no construto central denominado obstáculo epistemológico. Para essa perspectiva, portanto, a justificativa para a adoção do ponto de vista recapitulacionista se prende também a razões de natureza estritamente didática.

A aprendizagem matemática poderia, ainda, ser vista, como o têm feito, mais recentemente, investigadores filiados às denominadas perspectivas sócio-culturais baseadas no referencial teórico neo-Vygotskiano, fundamentalmente como a capacidade pessoal de se apropriar, através da negociação interativa (sobretudo de natureza dialógica) dentro de um determinado contexto cultural, das significações sócio-historicamente produzidas aos objetos matemáticos no interior de uma atividade (atividade matemática no plano histórico e atividade pedagógica culturalmente contextualizada de apropriação e/ou produção de significações no presente). De acordo com esse ponto de vista, os objetos matemáticos passam a ser concebidos, fundamentalmente, como construtos sócio-culturais – e panculturais - de natureza lingüístico-semântica. Desse modo, a história da matemática aparece como campo de possibilidade de constituição das situações, contextos e circunstâncias culturais engendradoras do conhecimento matemático e de suas transformações, bem como, é claro, das significações intra e inter-culturais produzidas e negociadas nos processos de circulação, recepção e transformação desse conhecimento em diferentes contextos e épocas. É por essa razão que, para os proponentes dessas perspectivas a história da matemática, constituída segundo essa orientação teórico-filosófica, constitui uma fonte inspiradora de seqüências didáticas para o ensino-aprendizagem dessa disciplina. Dentre essas perspectivas sócio-culturais, duas merecem ser aqui destacadas: a perspectiva sócio-cultural que vem sendo desenvolvida e defendida por Luis Radford, professor da Université Laurentienne do Canadá e por Fulvia Furinghetti, professora da Universidade de Genova, na Itália; e a perspectiva denominada dos Jogos de Vozes e Ecos ou Voices and Echoes Games (VEG), que vem sendo desenvolvida e defendida pela escola italiana composta pelos professores Paulo Boero, B. Pedemonte, E. Robotti e G. Chiappini.

Considerações Finais

Apresentamos neste texto a nossa visão acerca do modo como vem se constituindo, em nosso país, a prática social de investigação no âmbito da História da Matemática, bem como uma caracterização inicial da produção acadêmica no interior dessa prática. Tal empreendimento, embora tenha trazido ao campo de visibilidade algumas das características dessa prática, aponta-nos, por outro lado, a necessidade de aprofundamento de alguns aspectos emergidos na análise. Pensamos que tal aprofundamento poderá acorrer não somente por meio da ampliação das fontes utilizadas, da consideração de novos elementos de análise, bem como através do estabelecimento de um maior diálogo com a produção acadêmica internacional em torno dessa prática de investigação.

Procuramos, ainda, evidenciar algumas das perspectivas teóricas que vêm orientando essa produção particularmente em dois campos de investigação: o da História da Educação Matemática e o da História na Educação Matemática. Pensamos que um aprofundamento dessa discussão poderia encaminhar-se não somente no sentido de um maior esclarecimento das distinções existentes entre essas diferentes perspectivas e do modo como elas

eventualmente estariam ou não participando concretamente na produção acadêmica brasileira nesses campos, como também no debate acerca dos modos como elas poderiam vir a ser avaliadas.

Poderíamos, entretanto, antecipar que uma limitação que vemos em todas as perspectivas teóricas no interior do campo de investigação em história na educação matemática, aqui apresentadas, diz respeito ao fato de que nenhuma delas parece conseguir ir além do terreno restrito da história da matemática propriamente dita para a realização de projetos no terreno da educação matemática, quer no plano da formação de professores, quer no terreno mais específico do processo de ensino-aprendizagem da matemática. Nenhuma potencialidade pedagógica é vista na história da educação matemática ou, mais amplamente, nos terrenos da história e da filosofia em geral por essas perspectivas.Talvez, por essa e por outras razões, elas acabam implícita e involuntariamente se comprometendo com a primeira perspectiva teórica do campo de investigação em história da educação matemática, a que fizemos referência, no que se refere às relações entre a matemática escolar e a científica, qual seja, a da existência de uma subordinação da primeira em relação à segunda. Percebe-se, desse modo, como a questão central do campo de investigação que denominamos história da educação matemática mostra-se presente – e, portanto, deve ser também considerada - no campo da história na educação matemática, o que amplia consideravelmente a complexidade de sua problemática interna.

Bibliografia

ACTAS do I Encontro Luso-Brasileiro de História da Matemática. Editor: Jaime Carvalho e Silva. Coimbra, 2000.

ANAIS do 2° Encontro Luso-Brasileiro de História da Matemática e 2° Seminário Nacional de História da Matemática. Editor: Sérgio Nobre. Águas de São Pedro - SP, Brasil, 1997.

ANAIS do I Seminário Nacional de História da Matemática. Editor: Fernando Raul Neto. Recife - PE, Brasil, 1998.

ANAIS do III Seminário Nacional de História da Matemática. Editor: Circe Mary Silva da Silva. Vitória, 1999.

ANAIS do IV Seminário Nacional de História da Matemática. Editor: John A. Fossa. Rio Claro: Sociedade Brasileira de História da Matemática, 2001.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. *Teoria & Educação*, 2, 1990, p. 177-229.

CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica: del saber sabio al saber ensenado.* Argentina: Aique Grupo Editor S. A., 1991.

FAUVEL, J. & van MAANEN, J. (Eds.). *History in mathematics education: the ICMI study.* Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2000.

FURINGHETTI, F.; RADFORD, L. *Historical conceptual developments and the teaching of mathematics: from philogenesis and ontogenesis theory to classroom practice.* In: Lyn English et al. (editors): *Handbook of international research in mathematics education*, pp.631-654, Lawrence Earlbaum, New Jersey, 2002.

MIGUEL, A. As potencialidades pedagógicas da história da matemática em questão: argumentos reforçadores e questionadores. In: *Zetetiké*, Vol. 5, n. 8, julho/dezembro de 1997, pp. 73 - 105.

MIGUEL, A. *Uma investigação acerca de algumas formas de se conceber o papel da História da Matemática na Pesquisa Contemporânea em Educação Matemática.* Campinas: Relatório de Pesquisa. CEMPEM/FE-UNICAMP, 1999a.

MIGUEL, A. *Formas especulares e não-especulares de se conceber a relação entre história, epistemologia e educação matemática.* Campinas: Relatório de Pesquisa. CEMPEM/FE-UNICAMP, 1999b.

MIGUEL, A. Abrindo o debate em torno da metodologia da pesquisa em história da matemática. *Anais do III Seminário Nacional de História da Matemática.* Vitória, 2000, p. 139-155.

MIGUEL, A. *Breve ensaio acerca da participação da história na apropriação do saber matemático.* In: Sisto, F.; Dobránszy, E.; Monteiro, A. (Orgs.). *Cotidiano escolar: questões de leitura, matemática e aprendizagem.* Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista: USF, pp. 100-117, 2001.

MIORIM, M. A. *Introdução à História da Educação Matemática.* São Paulo: Atual, 1998.

MIORIM, M. A.; MIGUEL, A. A constituição de três campos afins de investigação: história da matemática, educação matemática e história & educação matemática. *Teoria e Prática da Educação*, volume 4, n. 8, junho de 2001, pp. 35-62. Revista do Departamento de Teoria e Prática da Educação da Universidade Estadual de Maringá – PR.

NOBRE, S. A investigação científica em história da matemática em Portugal e no Brasil: caminho para sua consolidação como área acadêmica. *Anais* do 2° Encontro Luso-Brasileiro de História da Matemática e Seminário Nacional de História da Matemática. Águas de São Pedro, 1997, p. 1-7.

NOBRE, S.; BARONI, R. L. S. A pesquisa em história da matemática e suas relações com a educação matemática. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções & Perspectivas.* São Paulo: Editora UNESP, 1999, p. 129-136.

NOBRE, S. Introdução à história da história da matemática: das origens ao século XVIII. *Revista Brasileira de História da Matemática*, vol. 2, n. 3, 2002, p. 3-43.

PESTRE, D. Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens. *Cadernos IG/UNICAMP*, vol. 6, n. 1, 1996.

RADFORD, L. On Psychology, Historical Epistemology, and the Teaching of Mathematics: towards a Socio-Cultural History of Mathematics. *For the Learning of Mathematics* 17, 1, p. 26-33, february, 1997.

RESUMOS do III Encontro Luso-Brasileiro de História da Matemática. Portugal: Coimbra, 2000.

ROXO, E. *A matemática na escola secundária.* São Paulo: Nacional, 1937.

SCHUBRING, G. A pesquisa em história da matemática: questões metodológicas. *Anais* do III Seminário Nacional de História da Matemática. Vitória, 2000, p. 192-203.

VALENTE, W. R. História da matemática escolar: problemas teóricos metodológicos. Anais do IV Seminário Nacional de História da Matemática. Natal, 2001, p. 207-219.

VALENTE, W. R. História da Matemática na Licenciatura. In: *Educação Matemática em Revista*, ano 9, Edição Especial, março de 2002, pp. 88-94. São Paulo: Sociedade Brasileira de Educação Matemática.

Conversas Matemáticas:
Metodologia de Pesquisa ou Prática Profissional?

Beatriz D'Ambrosio
Indiana University Purdue University Indianapolis
Por ocasião do EBRAPEM, 6 a 8 de novembro, 2002

Nesta conferência discutiremos a conversa profissional como forma de metodologia de pesquisa e também seu papel na prática profissional dos professores de matemática.

A prática profissional de professores de matemática tem sido caracterizada como um trabalho isolado e solitário. Em geral o professor prepara sua aula independentemente, dá sua aula atrás de portas fechadas, e reflete sobre a eficácia de sua aula em isolamento (Brookfield, 1995). A pesquisa investigando mudanças na postura profissional do professor tem demonstrado que programas de aperfeiçoamento enfatizando a conversa profissional podem ter efeitos duradouros na aprendizagem do professor e na mudança de sua prática profissional (Schifter, 1996; Friel & Bright, 1997). O papel da conversa matemática no processo de reforma de ensino será explorada neste trabalho.

Ao mesmo tempo as conversas matemáticas em sala de aula tornam-se os momentos críticos na construção do conhecimento matemático dos alunos. Esse aspecto da aprendizagem da matemática também será explorado. Finalmente, a conversa matemática como metodologia de pesquisa quando explorando a construção do conhecimento matemático de professores e alunos será o foco da discussão.

Conversas Matemáticas: na Reforma do Ensino

Com fundamentação no trabalho da Deborah Schifter e seus colegas, muitos projetos de aperfeiçoamento de professores vêm se desenvolvendo onde os professores se envolvem na análise do trabalho de alunos discutindo a matemática que justifica o pensamento do aluno. A análise do trabalho dos alunos serve de motivação para a conversa matemática entre os professores.

Baseada numa proposta de trabalho semelhante a essa o trabalho docente dos professores no Japão inclue o que chamam de "estudos de lições." No estudo de lições os participantes analisam a aprendizagem dos alunos em determinada sala de aula, e juntos desenvolvem, implementam, observam, analisam, e revisam a lição. Essa prática profissional permite que os professores analisem a fundo tanto a pedagogia mais apropriada para o ensino de um determinado grupo de alunos um determinado conteúdo, quanto a análise profunda do conteúdo em si. A conversa dentre os professores participantes se torna o mecanismo fundamental levando-os à análise crítica de seu conhecimento matemático, assim como de sua prática pedagógica. A sala de aula é vista como o laboratório onde as experiências, observações, e conhecimento de cada participante são elementos de reflexão levando todo o grupo à melhoria do ensino (Lewis, 2002). Essa postura e prática profissional não são comuns nos Estados Unidos da América, onde a cultura predominante do mundo profissional de professores é caracterizada por conversas superficiais com trocas de ideias e atividades evitando qualquer crítica construtiva.

Como é o caso em outras formas de pesquisa-ação, o estudo de lições é uma forma geradora de novos saberes a respeito de ensino e aprendizagem. Com isso, muitos novos resultados surgem e são dignos de serem publicados e compartilhados com a comunidade mais ampla de professores de matemática. Passa-se então a conversa profissional a um grupo muito maior de professores através da escrita/ leitura profissional.

Conversas Matemáticas: Como Metodologia de Pesquisa

O professor pesquisador, envolvido na análise da aprendizagem de seus alunos, utiliza-se da conversa matemática na comunidade matemática de sua sala de aula, como fonte de dados de pesquisa. É durante a conversa entre os alunos, em contraste com o trabalho individual de seus alunos, que o professor ganha acesso às construções de seus alunos. No esforço para colocar suas ideias aos colegas, os alunos expõem seu conhecimento de forma pura e profunda. Percebe-se também que no caso de uma conversa genuína, a construção de cada aluno participante é modificada durante a interação. Para o professor com postura pedagógica construtivista, essa análise do conhecimento matemático do aluno, é fundamental no planejamento do prosseguimento a se dar a um episódio de ensino. Esse professor elabora um modelo hipotético do conhecimento dos alunos e baseia o plano de atividades nesse modelo que se altera e refina com cada nova interação (Steffe & D'Ambrosio, 1995).

É na conversa com colegas, ao analisarem juntos os trabalhos dos alunos, ou os detalhes de um episódio de ensino, que a conversa se torna elemento fundamental da construção do conhecimento do professor-pesquisador. A busca de interpretações e explicações sobre o que ocorre na complexidade da sala de aula gera os maiores avanços pessoais e coletivos frente aos dados coletados. Cada conversa profissional tem o potencial de modificar o saber de cada participante na conversa, tornando-se assim o elemento chave no avanço do conhecimento sobre o ensino e a aprendizagem da matemática.

Análise de Conversas Matemáticas

Tanto nas conversas entre professores ou conversas entre alunos devemos procurar entender como as conversas vêm contribuir para a construção do conhecimento dos indivíduos participantes. Numa pesquisa recente, em sala de aula, e em colaboração com uma professora de matemática de ensino médio, analisamos diferentes formas de conversa matemática entre os alunos. Baseado no trabalho individual dos alunos, no trabalho desenvolvido em pequenos grupos, e na subsequente conversa gerada em toda a classe criamos uma interpretação do que pode ocorrer como resultado de uma conversa matemática. Explicamos a negociação de múltiplas vozes por indivíduos ao construírem novos significados frente às suas interpretações pessoais. Três vozes distintas são aparentes quando participantes numa conversa interagem para construir novos significados. Definimos a voz da disciplina com suas regras e definições, a voz do indivíduo com significados matemáticos emergentes, e a voz dos outros, oferecendo perspectivas alternativas e interpretações novas. Argumentamos que durante a conversa, o indivíduo participante, negocia estas três vozes para refinar seus significados.

Nesta conferência apresentarei os dados desta pesquisa, elaborarei a descrição da negociação das múltiplas vozes com exemplos baseados nos trabalhos dos alunos e na evolução do seu registro como consequência da negociação das múltiplas vozes. Descreverei

como a conversa entre alunos, elemento chave da proposta de ensino construtivista da professora, serviu também como base de dados para a pesquisa. Descreverei também como a conversa profissional com a professora, minha colaboradora, na análise dos trabalhos dos alunos, gerou novas interpretações e significados para nós duas, tornando-se elemento fundamental na metodologia desta pesquisa. O que teve início como um estudo de lições, transformou-se numa pesquisa sobre a conversa entre os alunos e o estudo do impacto da conversa na construção do conhecimento matemático dos participantes.

Bibliografia

BROOKFIELD, S. (1995). Becoming a critically reflective teacher. San Franscisco, CA: Jossey-Bass.

FRIEL, S. e G. Bright (1997). Reflecting on our work: NSF teacher enhancement in K-6 mathematics. New York: University Press of America.

LEWIS, C. (2002). Does lesson study have a future in the United States? Nagoya Journal of Education and Human Development, January 2002, No. 1, pp.1-23.

SCHIFTER, D. (1996). What's happening in the math class? Envisioning new practices through teacher narratives. New York: Teachers College Press.

STEFFE, L. e B. D'Ambrosio. (1995). Toward a working model of constructivist teaching: A reaction to Simon. Journal for Research in Mathematics Education, 26, No. 2, pp. 146-159.

O sujeito da Paisagem

Escritos de Educação Matemática e Educação Ambiental

Antonio Carlos Carrera de Souza
Departamento de Educação/UNESP/IB/Rio Claro
PGEM/UNESP/IGCE/Rio Claro.

O desejo diz: 'Eu não queria ter de entrar nesta ordem arriscada do discurso; não queria ter de me haver com o que tem de categórico e decisivo; gostaria que fosse ao meu redor como uma transparência calma, profunda, indefinidamente aberta, em que os outros respondessem à minha expectativa, e de onde as verdades se elevassem, uma a uma; eu não teria senão de me deixar levar, nela e por ela, como um destroço feliz'.

E a instituição responde: 'Você não tem por que temer começar; estamos todos aí para lhe mostrar que o discurso está na ordem das leis; que há muito tempo se cuida de sua aparição; que lhe foi preparado um lugar que o honra mas o desarma; e que, se lhe ocorre ter algum poder, é de nós, só de nós, que ele lhe advém'.

Michel Foucault.

Pretendo trazer dois temas que são as causas primeiras de minhas inquietações: Educação Matemática e Educação Ambiental. A articulação destes temas com as questões da sala de aula, as dificuldades e soluções encontradas serão objeto de algumas de nossas reflexões. Situo meu texto e mostro o mapa do caminho percorrido para que entendam as preocupações, as trilhas e as soluções do professor de Matemática.

Saliento, ainda, que dois projetos de pesquisa foram fundamentais na trajetória de estudos que, no momento, buscamos sintetizar: a) o grupo de pesquisa Temática Ambiental e o Processo Educativo, que iniciou em 1991 como projeto do Núcleo de Ensino da UNESP e, posteriormente, contou com apoio financeiro do CNPq. Este grupo partiu dos estudos de Batschelet (e com ele um grande grupo de estudos relativos a Biomatemática), posteriormente a partir dos estudos de L.S. Vygotsky, A. N. Leontiev e A. R. Luria, o grupo investigou o conceito de trabalho de campo, a teoria da atividade e às implicações sociais e políticas das questões ambientais aplicadas à Educação Matemática; b) o GPA - Grupo de Pesquisa-Ação em Educação Matemática e, em particular, do GPA - Educação Matemática e Cotidiano, que iniciou em 1995 e durante três anos exercitou a leitura e discussão de grande parte destes temas e autores: Agnes Heller (e, a partir desta autora, uma razoável parte da Escola de Budapeste), Philippe Ariès, Jacques Le Goff (e, com estes autores, uma razoável parte dos estudiosos ligados ao grupo da Nova História), Alfredo Bosi, nos levaram a uma conceituação de paisagem, cenário e atores diferenciada da usual e muito próxima a elaborada por Ecléa Bosi, Simon Schama, Michel de Certeau e Michel Foucault.

Destes dois grupos, algumas investigações foram desenvolvidas com um grau de importância para a Educação Matemática, acreditamos, significativos. Assim, Friske (1998) estudou as generalizações socialmente elaboradas, em aulas de Matemática, a partir das questões ambientais surgidas na construção de um mapa ambiental por estudantes de uma

quinta série do ensino fundamental da cidade de Timbó (SC). Escher (1999) investigou, em uma sexta série do ensino fundamental, nas aulas de Matemática, os temas ligados ao lixo urbano e a importância das questões ambientais para a reflexão crítica da qualidade de vida. Francisco (1999) pesquisou, em uma oitava série do ensino fundamental da escola agrícola de Rio Claro, as implicações do princípio de atividade de ensino, segundo Leontiev, e do trabalho de campo em Educação Matemática e Educação Ambiental.

Quanto à metodologia deste texto pretendo classificar como uma meta-reflexão sobre algumas pesquisas realizadas durante a década dos 90, a partir dos grupos de pesquisa já mencionados. Estas pesquisas iniciais optaram, na grande maioria, por um referencial de pesquisa-ação, na modalidade de intervenção diferencial. Ou seja, todas estas pesquisas foram realizadas em sala de aula de Matemática da Escola Fundamental, em estabelecimentos de ensino público paulista, e todas seguiram a proposta teórica de pesquisa-ação contida em Carrera de Souza, Baldino & Linardi, (2000). Neste texto, configurado como um marco teórico da pesquisa-ação diferencial, estão balizadas as teses gerais sobre esta modalidade de metodologia de pesquisa. Porém, a pesquisa que agora apresento tem como matriz de dados os resultados, os processos, os dados, as conclusões, as análises, os debates em congressos de Educação e Educação Matemática a respeito das pesquisas efetuadas nos grupos de pesquisa, já mencionados. Desta forma, a ação, aqui, neste texto que agora apresento, é de uma intervenção na academia.

Indicamos que a pergunta diretriz de pesquisa que atravessa esta investigação deve ser esquematizada, tal qual um dispositivo estratégico foucaultiano, de forma a interrogar quais efeitos recíprocos de poder e saber que proporciona (produtividade tática) e qual a natureza dos confrontos conjunturais produzidos que justificam a utilização deste dispositivo (integração estratégica). Assim, no nível tático, nos preocupamos com as práticas de sala de aula e, no nível estratégico, estrutura piramidal do poder instituído na pedagogia hegemônica em nossa sociedade:

Perspectiva tática: A questão ambiental constitui-se ou não em uma possibilidade de afrontamento, inversão, transformação do poder-saber instituído em Educação Matemática?

Perspectiva da integração estratégica: A utilização de problemas oriundos de questões ambientais, em sala de aula de Matemática, pode auxiliar na compreensão da teia de poderes e contra-poderes — ramificada capilarmente até o sujeito, a partir das correlações de força — estabelecidos na pedagogia hegemônica em nossa sociedade?

Em segundo lugar, o caminho que trilhamos para buscar "uma" resposta a estas perguntas. A trajetória parte da metáfora do Solo quando buscamos fundar um discurso que pretende sustentar a possibilidade de afrontamento da pedagogia vigente, a partir da introdução das questões ambientais em Educação Matemática. Neste momento investigamos quais as possibilidades teóricas desta trama. Surgem a argumentação, as paisagens, o cotidiano e a memória. Estes mostram as ligações possíveis entre o "pensar globalmente e o agir localmente".

No Solo inscrevem-se as Trilhas e os Caminhos. Estes nos levam a um formato de pesquisa em sala de aula de Matemática. Nestes caminhos encontramos as atividades orientadas de ensino, os motivos e as sínteses de um trabalho de campo. Assim, avançamos para os primeiros Mapas que apontam o entrecortar das questões ambientais e da Educação Matemática. Discutimos metas da ONU e relatórios ambientais em contraste com as questões matemáticas que estas envolvem. Terminamos por antecipar outros mapas possíveis no

caminho da pesquisa. Estes dois primeiros momentos — o Solo, as Trilhas e os Caminhos — fazem parte de uma trajetória não linear, isto é, muitas destas questões me acompanham desde a muito e outras foram elaboradas há pouco tempo. Passado e presentes ligados de novo por paisagens, cotidianos e memória.

No terceiro momento deste trabalho mostramos, com detalhes, as pesquisas desenvolvidas nos projetos de pesquisa já mencionados inicialmente. São pesquisas de sala de aula de Matemática. Aqui destacamos "uma" possibilidade de investigação junto a alunos da escola fundamental e "outra" com professores. Fundamentalmente, o Mapa discute a questão "trabalho de campo" — utilizado com freqüência nos trabalhos de Ecologia — a partir do conceito de "trabalho" — cunhado por Leontiev (1978).

A pesquisa reabre a questão das práticas educativas e do cotidiano escolar e, estas, reabrem as questões da memória e da paisagem. Estas são tratadas a partir da noção de "ambiente" que inclui tanto o natural como do histórico-cultural. As paisagens, neste momento, constituem memórias e são constituídas por estas. A partir deste momento começar a ficar delineada, pelo contorno, algo indeterminado, como o sujeito da genealogia foucaltiana, que surge a partir do homem [que] se desvaneceria, como, na orla do mar, um rosto de areia. Surgindo, como diríamos, o sujeito da Paisagem.

De alguma forma, não consigo fazer disjuntos a paisagem, a memória e o sujeito da Paisagem. Um está imbricado no outro de tal forma que embora escritos, neste trabalho, separadamente, na realidade surgiram juntos. Não no momento inicial da pesquisa, porém delinearam-se a partir do Mapa.

Considero que, com o sujeito da Paisagem, vislumbrei a possibilidade tática e estratégica do dispositivo foucaultiano. Assim, o tecido que constitui este momento é de luta e de conhecimento — considero eu, quase nietzcheniano, de entrechoques de espadas. não há o olhar ingênuo e, sim, o estratégico.

Diversas são as leituras de um mesmo texto. O leitor as constrói a partir de um universo próprio e, portanto, particular. Ao ler (re) constrói o texto e apaga a figura do autor. Plagiando Foucault, ao autor resta a pretensão de fabricar espaços e é, exatamente neste espaço, que o sujeito da escrita sempre desaparece. Este texto entregue à academia é meu sumidouro. Porém, circularmente, este também é o espaço, por mim criado, para transgredir as fronteiras do "mesmo" em busca do "outro". Um outro discurso. Assim, percebemos que a escrita tem um movimento que descarta o sujeito desta para que possa se libertar. Portanto, segundo este princípio há uma necessidade do desaparecimento do sujeito da escrita: que importa quem escreveu, importa o quê escreveu. Instala-se a materialidade dos discursos.

Desta forma, o discurso do sujeito da Paisagem pretende se inscrever em um discurso ancestral, sofrido e marcado que luta contra poderes que controlam, vigiam e punem. Por este motivo é um discurso de Educação Ambiental. Ao mesmo tempo é um discurso que gostaria de filiar-se àqueles que clamam contra o binarismo teoria e prática. Por este motivo é um discurso de Educação Matemática. Instalado neste entroncamento só lhe resta um dispositivo estratégico de luta contra um regime de verdades, estabelecido pela natureza social do homem biológico, que pretende silenciá-lo.

Esta é uma das práticas de poder. Silenciar o "outro". Existem outras, uma delas certamente é nos fazer sorrir de nossas impossibilidades. Como fazê-lo? O primeiro passo, é garantir a existência de uma certa "verdade" com certas "razões" — aqui o acordo se dá, na

linguagem, em torno de "verdade" e "razão" —; o segundo passo, é garantir uma certa lógica do que é dizível, enumerável, classificável. A certeza de uma possível ordenação dos sujeitos, a partir desta lógica centrada no "mesmo" e descentrada do "outro". Tudo bem arrumado como a mesa de trabalho com o guarda-chuva e a máquina de escrever. No centro da sala de visitas.

Desta forma, a pergunta diretriz de pesquisa que atravessa esta investigação é esquematizada, tal qual um dispositivo estratégico foucaultiano, de forma a interrogar quais efeitos recíprocos de poder e saber que proporciona (produtividade tática) e qual a natureza dos confrontos conjunturais produzidos que justificam a utilização deste dispositivo (integração estratégica). Assim, no nível tático, nos preocupamos com as práticas de sala de aula e, no nível estratégico, estrutura piramidal do poder instituído na pedagogia hegemônica em nossa sociedade:

Perspectiva tática: A questão ambiental constitui-se ou não em uma possibilidade de afrontamento, inversão, transformação do poder-saber instituído em Educação Matemática?

Perspectiva da integração estratégica: A utilização de problemas oriundos de questões ambientais, em sala de aula de Matemática, pode auxiliar na compreensão da teia de poderes e contra-poderes — ramificada capilarmente até o sujeito, a partir das correlações de força — estabelecidos na pedagogia hegemônica em nossa sociedade?

Adianto que os caminhos da razão sempre me preocuparam. Há algo de "poder político" estabelecido nesta lógica racional subjacente ao que é: dizível, identificável e enumerável. É como se estes sempre tivessem sido assim e desta forma continuarão sendo. É evidente que o modelo de ciência racional calha muito bem no sistema político e econômico capitalista. O modelo do melhor é o modelo do "mesmo". Foucault já adverte que o "mesmo" isola, controla e vigia o "outro". O perigo, para o "mesmo", está na descontinuidade. E esta é a possibilidade que a Educação Ambiental descortina.

O desenrolar deste primeiro ato me fez lembrar Nietzsche:

> *"O que é a verdade, portanto? Um batalhão móvel de metáforas, metonímias, antropomorfismos, enfim, uma soma de relações humanas, que foram enfatizadas poética e retoricamente, transpostas, enfeitadas, e que, após longo uso, parecem a um povo sólidas, canônicas e obrigatórias: as verdades são ilusões, das quais se esqueceu que o são, metáforas que se tornaram gastas e sem força sensível, moedas que perderam sua efígie e agora só entram em consideração como metal, não mais como moedas".* (Nietzsche, F. Sobre A Verdade e Mentira, §1)

Então, armado de um batalhão de metáforas o sujeito da Paisagem buscou um solo para encontrar "uma" resposta. A trajetória parte da metáfora do Solo pretende fundar um discurso que dê sustentação à possibilidade de afrontamento da pedagogia vigente, a partir da introdução das questões ambientais em Educação Matemática. Neste momento da pesquisa investiga quais as possibilidades teóricas desta trama. Surgem a argumentação, as paisagens, o cotidiano e a memória. Estas mostram as ligações possíveis entre o "pensar globalmente e o agir localmente".

No terceiro momento o texto mostra, com detalhes, as pesquisas desenvolvidas nos projetos. São pesquisas de sala de aula de Matemática. Aqui destaca "uma" possibilidade de

investigação junto a alunos da escola fundamental e "outra" com professores. Fundamentalmente, o Mapa discute a questão "trabalho de campo" — utilizado com freqüência nos trabalhos de Ecologia — a partir do conceito de "trabalho" — cunhado por Leontiev (1978).

Neste ponto, metáforas e metonímias discutem a questão das práticas educativas e do cotidiano escolar e, estas, reabrem as questões da memória e da paisagem. Estas são tratadas a partir da noção de "ambiente" que inclui tanto o natural como o histórico-cultural. As paisagens, neste momento, constituem memórias e são constituídas por estas. A partir deste momento começar a ficar delineada, pelo contorno, algo indeterminado, como o sujeito da genealogia foucaltiana, que surge a partir do homem [que] se desvaneceria, como, na orla do mar, um rosto de areia. Surgindo o sujeito da Paisagem. Vislumbra a possibilidade tática e estratégica do dispositivo foucaultiano. Assim, o tecido que constitui este momento é de luta e de conhecimento — quase nietzcheniano —, de entrechoques de espadas.

Este discurso trata de olhares, intencionalidades, poderes e contra-poderes. Mostra que a Educação — em particular a Educação Matemática — se constitui num jogo de poder entre alunos e professores; sociedade e estado. Com o sujeito da Paisagem aprendemos a considerar que as correlações de força e a capilaridade do poder tecem as paisagens e por estas são tecidos. Portanto, não há o olhar ingênuo e, sim, o estratégico.

Este é o convite efetuado pelo texto. Portanto, as metáforas, a geografia e a narração determinam a realidade de lugares e práticas de poder. A narrativa, simplesmente, expõe. Em outras palavras: o sujeito da Paisagem é um lugar de análises das práticas de poder, um espaço. Este espaço é narrado — Foucault diria, enunciado — pelo sujeito da enunciação.

Com Certeau (1994) consideramos que o lugar configura-se em posições, isto é, estabelece uma ordem em que os elementos que se relacionam possam coexistir, configurar posições. O espaço, portanto, é um lugar praticado onde temos que levar em conta a variação de tempo, os vetores de direção e quantificação de velocidade. Parafraseando Certeau (1994), a Educação Matemática é o espaço produzido pela prática do lugar constituído por um sistema de motivos e desejos — uma fala. Assim, como possibilidade, um discurso sobre um "outro" dentro de um "mesmo", cria a possibilidade da descontinuidade.

> *"...todo relato é um relato de viagem – uma prática do espaço. A este título, tem a ver com as táticas cotidianas, faz parte delas, desde o abecedário da indicação espacial ('dobre à direita', 'siga à esquerda'), esboço de um relato cuja seqüência é escrita pelos passos, até ao 'noticiário' de cada dia ('Adivinhe quém eu encontrei na padaria?), ao 'jornal' televisionado (Teherã: Khomeiny sempre mais isolado...'), aos contos lendários (as Gatas Borralheiras nas choupanas) e às histórias contadas (lembranças e romances de países estrangeiros ou de passados mais ou menos remotos). Essas aventuras narradas, que ao mesmo tempo produzem geografias de ações e derivam para os lugares comuns de uma ordem, não constituem somente um 'suplemento' aos enunciados pedestres e às retóricas caminhatórias. Não se contentam em deslocá-los e transpô-los para o campo da linguagem. De fato, organizam as caminhadas. Fazem a viagem, antes ou enquanto os pés executam"... "Mas neste conjunto muito amplo vou considerar apenas ações narrativas. Elas permitirão precisar algumas formas elementares das práticas organizadoras de espaço: a bipolaridade 'mapa' e 'percurso', os*

processos de delimitações ou de 'limitação' e as 'focalizações enunciativas' (ou seja, o índice do corpo no discurso)." (Certeau, 1994, p. 200 – 201).

A proposta de analisar práticas educativas, em cujo epicentro sempre gravitam as "racionalidades", sugere o exercício do discurso crítico nas práticas discursivas da Educação Matemática. Desta forma, nos aproximamos de Foucault (1992) ao consideramos que "o que erige a palavra e a ergue acima dos ritos e ruídos é a proposição nela contida". Os escritos de Educação Matemática e de Educação Ambiental ganham materialidade nos discursos — diria, no passado, no presente e provavelmente no futuro — sobre os regimes de verdade e as práticas de poder na sala de aula de Matemática. Assim, o leitor é obrigado a filiar-se, a defender, a assumir um discurso. Ainda com Certeau (1994), ao considerarmos as práticas do cotidiano verificamos a incomensurabilidade — no sentido matemático do termo — de transformações de lugares (posições) em espaços (práticas). Novamente nos recorremos de Certeau:

> *"A viagem (como a caminhada) substitui as legendas que abriram o espaço para o outro. O que é que produz, finalmente, senão, por uma espécie de inversão, 'uma exploração dos desertos de minha memória', a ação voltada a um exotismo próximo pelas andanças ao longe, e a 'invenção'de relíquias e lendas ('visões fugidas do campo francês', 'fragmentos da música e de poesia'), em suma, algo como um 'desenraizamento nas suas origens' (Heidegger)? O que produz esse exílio caminhante é muito precisamente o legendário que falta hoje no lugar próximo. É uma ficção que tem aliás a dupla característica, como o sonho ou a retórica pedestre, ser o efeito de deslocamentos e de condensações. Num corolário, pode-se medir a importância dessas práticas significantes (contar lendas) como práticas inventoras de espaços."* (Certeau, 1994, p. 187 – 188])

Assim, o relato e a trajetória se caracterizam pelo sonho ou pela retórica pedestre (caminhos). O texto constrói-se por deslocamentos, condensações e indica práticas significantes no espaço da Educação Matemática (o lugar praticado pelos sujeitos da paisagem). Mostra o mapa da rede de poderes que se institui a partir da leitura matemática efetuada considerando as questões ambientais.

As fronteiras constituem uma região de diferenciação e proximidade, ou seja, na fronteira existem iguais que são diferentes de "mesmos" delimitados pelas próprias fronteiras. O "outro" tem existência aí. Esta é sua região. Nem uma, nem a outra. A paisagem da fronteira indica cenários de passagem de um lado dela para outro. Esta é uma região que necessita da resistência para possibilitar a travessia. Caso contrário estas não poderiam ocorrer. Este a pretensão central de um trabalho acadêmico gerar polêmica, dúvida, debate. O resto é silêncio.

Bibliografia

AGUIAR, F., MEIHY, J. C. S. B., VASCONCELOS, S. G. T. (Org.), Gêneros de Fronteira: Cruzamentos entre o Histórico e o Literário, São Paulo: Xamã, 1997.

ARENT, H., Entre o Passado e o Futuro, São Paulo; Editora Perspectiva S. A.,1991

ARIÉS, P, 0 Tempo da História, Rio de Janeiro: Francisco Alves,1989.

BATSCHELET, E., Introdução À Matemática Para Biocientistas, Rio de Janeiro: Editora Interciência e São Paulo: EDUSP, 1978.

BOSI, A , 0 Tempo e os Tempos, In: NOVAES, A, (Org.), Tempo e História, São Paulo: Companhia das Letras e Secretaria Municipal de São Paulo,1994.

BOSI, E.; Memória e Sociedade, São Paulo: Companhia das Letras,1994.

CERTEAU, M. A Invenção do Cotidiano: Artes de Fazer, Petrópolis: Vozes,1994.

CERTEAU, M., A Cultura no PLural, Campinas: Papirus, 1995.

ESCHER, M. A., Educação Matemática e Qualidade de Vida: A Prática da Cidadania na Escola. Rio Claro: PGEM/IGCE/RC. Dissertação de Mestrado, 1999.

FOUCAULT, M. As Palavras e as Coisas, São Paulo: Martins Fontes,1992.

Foucault, M., A Ordem do Discurso. São Paulo: Edições Loyola. 2000.

Foucault, M., A Verdade e as Formas Jurídicas. Rio de Janeiro: Nau Editora. 1999.

FOUCAULT, M., História da Sexualidade: a vontade de saber, Rio de Janeiro: Edições Graal Ltda, 1999. Vol.1.

FOUCAULT, M., Microfísica do Poder, Rio de Janeiro: Edições Graal Ltda, 1990.

FOUCAULT, M., O que é um autor?, Lisboa: Passagens, 1992.

FRANCISCO, C. A., O Trabalho de Campo em Educação Matemática: A Questão Ambiental no Ensino Fundamental. Rio Claro: PGEM/IGCE/RC. Dissertação de Mestrado, 1999.

FREIRE, P., Pedagogia do Oprimido, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

Friske , H. D., Educação Matemática e Educação Ambiental: Uma Proposta de Trabalho Interdisciplinar Como Possibilidade às Generalizações Construídas Socialmente. Rio Claro: PGEM/IGCE/RC. Dissertação de Mestrado, 1998.

GINZBURG C. A Micro-História e 0utros Ensaios, Lisboa: Difel e Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, S. A .,1989.

HELLER A. 0 Cotidiano e a História, Rio de Janeiro: Paz e Terra,1989.

LEONTIEV, A., O Desenvolvimento do Psiquismo, Lisboa: Livros Horizonte, 1978.

LURIA, A.R., Desenvolvimento Cognitivo. São Paulo: Icone, 1990.

NIETZSCHE, F. Obras Incompletas. In: Os Pensadores. São Paulo:Nova Cultural. 1987. 2v.

SHAMA S. Paisagem e Memória, São Paulo: Companhia das Letras,1996. "

Alguns Problemas e Desafios da Pesquisa Brasileira em Educação Matemática

Dario Fiorentini (FE/Unicamp)

Pretendo, nesta participação, discutir alguns problemas e desafios que venho percebendo em relação à pesquisa brasileira em Educação Matemática. Tomo como base para essa discussão: alguns estudos sobre estado da arte da pesquisa em Educação Matemática (Fiorentini, 1994, 2002; Fiorentini & Sader, 1999; Fiorentini et al., no prelo); minha participação em bancas de defesa de dissertação e tese de mestrado e doutorado; minha experiência na orientação de dissertações e teses; e minha experiência de investigação junto a professores e futuros professores de Matemática.

Dada a limitação de páginas deste texto me limitarei a abordar algumas questões problemáticas, envolvendo a tríplice dimensão da pesquisa: a epistemológica, a pedagógica e a sócio-política (Severino, 2001). As quatro questões abordadas neste texto são: O sentido da pesquisa em Educação Matemática; da pesquisa sobre professores para a pesquisa com (ou dos) professores; o relatório e a divulgação da pesquisa; e a avaliação da pesquisa.

O sentido da pesquisa em Educação Matemática

Considero este o problema fundamental da pesquisa educativa e diz respeito a perguntas como: Por que pesquisamos? Para quem pesquisamos? Qual o sentido educativo da pesquisa? Qual o sentido da pesquisa educativa em Educação Matemática? Qual o papel da pesquisa na prática educativa?

Para Kilpatrick (1996), existem dois objetivos básicos da pesquisa em Educação Matemática: um de natureza pragmática que visa à melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem da matemática e, outro, de natureza teórico-científica, que visa desenvolver a Educação Matemática enquanto campo de investigação e de produção de conhecimentos. Entretanto, por trás desses grandes objetivos se escondem valores e concepções que determinam, por exemplo, o que se entende por qualidade e por melhoria.

Para Contreras (1999), o conceito de melhoria é problemático e a investigação, dependendo do modo como ela é concebida e desenvolvida, pode ocultar a natureza valorativa da educação. A qualidade educativa não se reduz a resultados esperados e alcançados, como tem ocorrido com freqüência nos estudos acadêmicos.

Segundo este autor, a separação entre pesquisa e ensino e entre pesquisadores e professores tem levado a se pensar a aprendizagem sem os valores educativos que guiam a prática, pois apenas toma-se como parâmetros de análise aspectos cognitivos ou científicos que interessam aos pesquisadores acadêmicos. A prática educativa, entretanto, é plural e complexa e não de reduz apenas à dimensão instrutiva. Há também uma dimensão formativa que envolve aspectos morais, ético-políticos, culturais, emocionais e afetivos. Ou seja, as investigações que atendem aos valores acadêmicos podem não atender aos autênticos problemas educativos.

Mas, os resultados destes estudos acadêmicos, por serem fruto de uma atividade racional, apresentam-se como "a verdade" dos fatos, situando-se acima das outras perspectivas para a mudança da prática. Estes, portanto, adquirem poder e acabam determinando o que deve mudar na prática e em que direção. É com base nos resultados dessas pesquisas que nascem a maioria das propostas curriculares e a respectiva necessidade de treinamento ou atualização de professores.

A aplicação dessa concepção pragmática do papel da pesquisa – a qual é sustentada pelo paradigma da Racionalidade Técnica – tem levado, segundo Contreras (1999), ao ocultamento do sentido valorativo da educação e à perda da concepção prática. Reivindica, em contraposição a esse modelo, que a investigação educativa esteja comprometida com os valores educativos e sociais e defende que os próprios professores desenvolvam pesquisas, pois o professor deve interrogar-se: sobre o que há de educativo naquilo que ensina e produz com seus alunos; a serviço de que interesses está atuando; e como pode promover valores educativos em sua prática. Para isso, é importante que, durante o processo de formação de professores, se procure "dispor os professores de recursos e procedimentos para que eles próprios investiguem sua prática" (p. 458). É assim que os professores podem desenvolver novas formas de compreensão e adquirir capacidade de reflexão autônoma e colaborativa.

Considerando que a mudança educativa ocorre mediante um processo de reflexão do professor sobre sua própria prática, o papel educativo principal da pesquisa, portanto, não seria propriamente o de gerar conhecimentos, mas modos de reflexão e de investigação sobre sua prática, contribuindo, assim, para a compreensão do fenômeno educativo e de seus valores (Contreras, 1999).

Só recentemente algumas pesquisas em Educação Matemática vêm tentando se aproximar desta perspectiva defendida por Contreras. Segundo estudo de Fiorentini et al (no prelo), a virada paradigmática começou a ocorrer, no Brasil, a partir de meados dos anos 90, motivada, de um lado, pelos estudos internacionais sobre o pensamento do professor e o conceito de professor reflexivo (Geraldi, Fiorentini & Pereira, 1998; Marcelo, 1998) e, de outro, pelos próprios formadores-pesquisadores ao perceberem que as propostas, embasadas apenas em aportes teórico-científicos, consistiam em simplificações da prática profissional e reduziam o problema pedagógico à sua dimensão apenas instrutiva e, portanto, técnica, ignorando a dimensão formativa e humana da prática educativa. Ou seja, essa virada representa uma mudança não apenas epistemológica, em relação ao modo de produção de conhecimentos para a prática pedagógica, mas, além disso, uma mudança político-pedagógica.

É a partir dessa mudança paradigmática que vimos surgir, então, estudos do tipo colaborativo e projetos de parceria entre formadores de professores e professores. Os professores da escola, nessa perspectiva, passam a ser vistos como sujeitos de conhecimento que possuem saberes experienciais que se caracterizam como complexos, plurais e reflexivos, pois contém valores e são situados no contexto em que são mobilizados e produzidos.

Esse movimento mostra que o sentido da pesquisa associado à formação continuada de professores passa de uma concepção de pesquisa sobre professores para uma concepção de pesquisa com (ou dos) professores, de maneira que ambos constituem-se produtores de saberes da prática escolar. Na formação inicial do professor, também adquirem relevância formativa os projetos de iniciação científica ou os TCCs (trabalhos de conclusão de curso) relacionados ao ensino de Matemática e os projetos de investigação associados a determinadas disciplinas da Licenciatura, como, por exemplo, a Prática de Ensino e Estágio

Supervisionado. Essas experiências investigativas contribuem efetivamente para o desenvolvimento de uma atitude crítica e reflexiva do professor sobre sua prática.

Da pesquisa sobre o professor e sua prática para a pesquisa do(s) ou com o(s) professor(es)

Grande parte da pesquisa e da literatura educacional, produzida nos últimos 50 anos, segundo Tardif (2000, p.11), está assentada em três absurdos: (1) querer estudar os saberes profissionais sem associá-los a situações particulares de ensino, a práticas de ensino e a professores escolares; (2) querer estudar os professores sem estudar o trabalho e seus saberes; (3) querer estudar uma situação ou prática de ensino sem levar em consideração a atividade do professor e os saberes por ele mobilizados. O trabalho docente não poderia, segundo este autor, ser visto como um objeto de estudo que se olha "de fora". O trabalho docente é, antes de tudo, uma atividade que se faz e é realizando-a que os professores, como sujeitos, mobilizam e produzem saberes e, neste processo, constituem-se profissionais. Isso significa que o professor, sua prática e seus saberes formam uma tríade de entidades que "interdependem" e "co-pertencem" a uma situação e trabalho na qual "co-evoluem" e continuamente se transformam (Fiorentini, 2000).

Para investigar os saberes docentes sob essa condição, Tardif (2000, p. 10) desenvolve o conceito de epistemologia da prática profissional:

Chamamos de epistemologia da prática profissional o estudo do conjunto de saberes (englobando conhecimentos, competências, habilidades, atitudes, saber fazer e saber-ser) utilizados realmente pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar todas as tarefas".

Caberia, então, à epistemologia da prática profissional revelar esses saberes "da ação" docente e compreender como os profissionais os aplicam/utilizam/re-elaboram/produzem nas situações concretas e complexas da prática e as conseqüências desse processo na constituição do professor.

O ponto de partida do estudo dos saberes da atividade profissional, portanto, não são as teorias ou o conjunto das produções dos especialistas, mas sim a própria prática profissional do professor, seus saberes da experiência, seus problemas, suas idéias e representações acerca da atividade docente. Isso, entretanto, não significa o abandono das contribuições teóricas e científicas oriundas das Ciências educativas e/ou disciplinares. Ao contrário, elas são fundamentais, pois é justamente esta formação teórica que permite ao professor perceber relações mais complexas da prática"(Fiorentini et al., 1998, p. 319). O que muda é que estas contribuições não determinam o que deve ser analisado e valorizado na prática educativa.

Se os pesquisadores acadêmicos quiserem investigar os saberes profissionais dos professores, devem, segundo Tardif (2000), "ir diretamente aos lugares onde os profissionais do ensino trabalham, para ver como eles pensam e falam, como trabalham na sala de aula...". Entretanto, em que pese esses avanços, Tadif não menciona a necessidade do professor escolar também se constituir, sozinho ou com os acadêmicos, em pesquisador.

Sob nosso ponto de vista, investigar a prática, os saberes docentes ou o desenvolvimento profissional dos professores, sem que se busque a perspectiva e a compreensão partilhada dos professores, sem discutir conjuntamente as hipóteses e análises que são produzidas durante o processo investigativo, os resultados dessa pesquisa continuarão ainda tendenciosos, prevalecendo o viés do olhar (externo) do pesquisador. Uma

evidência desse viés pode ser percebido quando Tardif caracteriza os saberes profissionais em personalizados, situados, plurais, heterogêneos, ecléticos e sincréticos, pois, segundo ele, "um professor raramente tem uma teoria ou uma concepção unitária de sua prática..." (p.14). A nossa convivência com professores da escola – sobretudo aqueles professores reflexivos com postura investigativa -, ao contrário do que diz Tardif, apresentam uma visão unitária da prática, relacionando, ao mesmo tempo, aspectos instrucionais, formativos, cognitivos ou conceituais, emocionais, culturais e ético-políticos. Além disso, possuem uma teoria implícita a qual permite que elaborem uma visão sintética da prática, não conseguindo isolar a matemática do seu sentido pedagógico amplo que relaciona aspectos instrutivos (didáticos) e formativos (relativos aos valores e ao desenvolvimento humano). Isso pode ser percebido através das narrativas escritas pelos professores no livro "Por trás da porta, que matemática acontece?" (Fiorentini & Miorim, 2001).

É por essa razão que defendo a idéia de que se os acadêmicos realmente quiserem investigar e compreender, em sua complexidade e sob a perspectiva daqueles os produzem, os saberes e as práticas dos professores, terão que mudar o sentido da pesquisa sobre professores para a pesquisa com professores.

O estudo desenvolvido por Fiorentini et al (no prelo), em relação às pesquisas brasileiras sobre formação de professores que ensinam Matemática, mostra que a mudança do sentido da pesquisa - de uma concepção de pesquisa sobre professores para uma concepção de pesquisa com professores -, ainda é tímido no Brasil. Em relação às pesquisas sobre professores e sua prática, Fiorentini & Sader (1999) encontraram quatro tendências investigativas: a técnico-instrumental (analisam as práticas e os saberes dos docentes pelas suas carências ou confirmações em relação a um modelo teórico prévio; ou seja, produzem leituras geralmente negativistas da prática e dos docentes, pois geralmente não batem com as teorias reducionistas do mundo acadêmico); a prático-pragmática (relatos de experiências ou descrições factuais muito próximas do senso comum); a situada no específico (privilegia a dimensão instrucional do conteúdo, desconsiderando os aspectos formativos e político-pedagógicos da prática educativa); a crítico-situado no entorno (atém-se a aspectos, geralmente sócio-políticos, muito amplos e gerais da prática). Os estudos que buscam captar as perspectivas dos professores, tentando contemplar a complexidade da prática e a condição docente no contexto atual, são ainda raros. Entretanto, os estudos em parceria, envolvendo professores da universidade e professores da escola, começaram a surgir a partir dos anos 90 e estes vêm mostrando que ambos podem, de maneira colaborativa, constituírem-se em pesquisadores e produtores de saberes sobre a prática e a formação docente.

Sobre o relatório e a divulgação da pesquisa

Um problema que temos percebido em nossas leituras e revisões de dissertações e teses é a freqüente confusão entre processo de pesquisa e forma de organizar o relato da pesquisa. Embora estas duas etapas da pesquisa sejam indissociáveis, cada um delas possui sua própria lógica e dinâmica. O relatório da pesquisa não necessariamente precisa seguir ou reproduzir os mesmos passos do processo investigado. O que o relatório não pode deixar de apresentar e descrever é o processo como foi realizado o estudo, isto é, explicitar a linha de inquérito sobretudo a metodologia de pesquisa realmente desenvolvida e não aquela inicialmente pretendida. É isso que vai dar credibilidade e sustentação aos resultados obtidos.

Existem diferentes formas de organizar um relatório de pesquisa. Os relatórios clássicos tendem, normalmente, a separar em capítulos próprios: formulação/discussão do problema; revisão bibliográfica e/ou referencial teórico; metodologia de pesquisa; pesquisa de campo; análise e discussão de resultados e conclusões. Hoje, entretanto, já encontramos relatos que rompem com essa tradição, pois procuram organizar um texto reflexivo-narrativo no qual teoria, procedimentos metodológicos e análise-interpretação são tecidos articuladamente juntos. Esse segundo modo de relatar e divulgar a pesquisa permite estabelecer uma maior interlocução com os professores escolares, pois, por ser reflexivo-narrativo buscam contemplar com mais autenticidade os múltiplos aspectos e fatores que constitui a complexidade das práticas educativas, fazendo emergir o sentido educativo das ações, contemplando, na medida do possível, dimensões contextuais, sociais, políticas, culturais e emocionais. Como exemplo deste tipo de relatório, cito a tese de doutorado de Pinto (2002) e a pesquisa dos professores relatadas no livro "Por trás da porta, que matemática acontece?" (Fiorentini & Miorim, 2001).

Considero esse modo de relatar uma pesquisa muito mais difícil que o primeiro, pois exige, do pesquisador, capacidade de síntese e um domínio orgânico da relação teoria e prática. Sabemos, entretanto, que uma boa síntese depende substancialmente de uma análise cuidadosa que a precede.

Essa forma alternativa de relato de pesquisa é geralmente questionada pela tradição acadêmica. Essas críticas, muitas vezes, são procedentes porque muitos pesquisadores, parecem valer-se dessa forma alternativa de relato para esconder a ausência de cuidado e rigor teórico-metodológico no tratamento do material de análise. Embora eu defenda a pesquisa-ação como forma alternativa válida de pesquisa com professores, devo reconhecer que já encontrei estudos que afirmam utilizar essa metodologia de pesquisa apenas como artifício para encobrir a falta de um tratamento mais sistemático, cuidadoso e consistente.

Eu defendo que essa rigorosidade metódica deve valer, inclusive, para a pesquisa considerada não acadêmica. Neste sentido, busco apoio em Lytle & Cochram-Smith (1999) que conceituam a pesquisa do professor como sendo

> *um estudo sistemático e intencionado dos professores sobre seu próprio trabalho na sala de aula e na escola. (...) Com sistemático nos referimos fundamentalmente a formas ordenadas de reunir e registrar informações, documentar as experiências que acontecem dentro ou fora da aula e criar uma espécie de registro escrito. (...) Com intencionado indicamos que a investigação dos professores é uma atividade planejada, isto é, não espontânea (p.321).*

Este conceito não difere, em essência, daqueles propostos por Jemery Kilpatrick – "*indagação metódica e disciplinada*" – ou por Maria Aparecida Bicudo, para a qual *pesquisar* significa "*perseguir uma interrogação de modo rigoroso, sistemático, sempre andando em torno dela, buscando todas as suas dimensões*" (Apud Fiorentini, 1994, p. 27-28).

Quanto aos relatórios que procuram seguir a tradição acadêmica de organizar separadamente as partes de apresentação do problema, referencial/revisão bibliográfica, descrição da metodologia de pesquisa, análise/interpretação e conclusões, também encontramos com freqüência problemas tais como: ausência de um fio condutor percorrendo todos os capítulos; descontinuidade ou desconexão entre referencial teórico e análise/interpretação; falta de diálogo entre literatura revisada (ou referencial teórico) e o objeto de estudo, etc.

Outro problema freqüente com relação à divulgação da pesquisa é a elaboração do resumo. O que temos encontrado em nossos estudos sobre o estado da arte da pesquisa, inclusive em 40% dos trabalhos apresentados no GT de Educação Matemática da ANPEd (Fiorentini, 2002), é a ausência das informações essenciais de um estudo. Muitos dos resumos de pesquisa em Educação Matemática não dão uma idéia clara ao leitor do objeto de estudo (objetivos ou questão diretriz, foco do estudo e que aportes teóricos e metodológicos o sustentam), de como ele foi realizado (onde, com quem, como os dados foram coletados, como a análise foi desenvolvida) e quais foram os resultados mais importantes. Cabe, no entanto, observar que parece existir uma relação bastante direta entre resumos mal elaborados e a fragilidade teórico-metodológica do estudo.

Sobre a avaliação da pesquisa

Em Fiorentini (2002) apresentamos, com base em Kilpatrick (1996), os seguintes critérios de avaliação de pesquisas em educação matemática:

- Relevância e pertinência em relação à educação e à educação matemática;
- Coerência teórico-metodológica;
- Originalidade ou novidade do estudo;
- Clareza e abertura crítica na organização e apresentação do relatório de pesquisa;
- Rigor e cuidado ético na coleta e tratamento das informações (dados);
- Consistência e credibilidade dos resultados;
- Contribuições ao processo de pesquisa e ao campo teórico e prático da educação matemática.

Alguns destes critérios já foram discutidos ou tangenciados ao longo deste texto. Assim, me limitarei a discutir apenas dois critérios. Um deles diz respeito à originalidade ou novidade do estudo. É comum encontrarmos pesquisadores que ainda acreditam que a originalidade está no objeto de estudo. Isso denota um viés positivista de pesquisa. Na verdade, segundo Kilpatrick (1996), a originalidade está na relação que o sujeito (pesquisador) estabelece com o objeto. Ou seja, a originalidade vai depender do olhar e das questões que o pesquisador formular diante do objeto de estudo. Assim, por exemplo, podemos ter "n" pesquisas originais ou diferentes sobre uma mesma classe de alunos. Um pesquisador poderia centrar atenção em aspectos mais cognitivos dos alunos ao aprender matemática. Um outro poderia investigar a gestão ou a dinâmica da classe. Um terceiro, ainda, poderia analisar a prática discursiva dos sujeitos em aula. Cada um desses estudos trará resultados e contribuições diferentes.

Outro critério que gostaria de discutir é a relação entre relevância educativa e consistência teórico-metodológica do estudo. Essa opção deve-se, de um lado, ao que temos percebido durante a leitura e análise de trabalhos de pesquisa em nossa área e, de outro, pela participação na avaliação de trabalhos encaminhados aos congressos científicos, como os promovidos pela SBEM e pela ANPEd.

Sabemos que existem temas ou linhas de pesquisa mais exeqüíveis do ponto de vista investigativo do que outros ou que já possuem tradição investigativa e contam com modelos

teórico-metodológicos validados ou consolidados por outros pesquisadores. A maioria destes estudos filia-se à tradição acadêmica e podem apresentar pouca relevância para a educação matemática na perspectiva daqueles que produzem a prática escolar. Entretanto, nos processos avaliativos, estes levam ligeira vantagem sobre aqueles temas ou problemas mais emergentes ou complexos e que, apesar de relevantes para área, ainda não possuem uma base teórico-metodológica sólida, sobre a qual possam se estruturar e desenvolver.

Assim, é possível encontrar muitos trabalhos que, sob o ponto de vista teórico-metodológico, mostram-se bastante consistentes, sendo bem constituídos e desenvolvidos enquanto investigação, mas que, sob o ponto da prática educativa e do campo de conhecimento da educação matemática, podem ser pouco contributivos. Sob meu ponto de vista, alguns estudos cognitivos apresentados no GT-19 da ANPEd apresentam essas características. Surge então a pergunta: estes trabalhos não deveriam ser aceitos para apresentação no GT? Não me parece que este seja o caso, pois o critério da relevância não pode ser pragmático, isto é, se o estudo tem relação direta ou não com prática. Como já dissemos anteriormente, há estudos que visam à compreensão e à mudança da prática pedagógica em matemática e há estudos que visam o desenvolvimento do campo teórico da área. Ambos, portanto, possuem sua relevância.

Entretanto, nos processos avaliativos, há que se considerar que existem problemas ou fenômenos de estudo, sobretudo aqueles que buscam contemplar a complexidade do fenômeno educativo, para os quais é mais fácil desenvolver um processo investigativo sistemático e controlado. Este é o caso, por exemplo, dos estudos que procuram investigar a própria prática. Esta forma de investigação, como nos mostra Ponte (2002), é ainda emergente e seu processo investigativo não encontra aportes teórico-metodológicos junto às três grandes abordagens conhecidas: a empírico-analítica; a fenomenológica-hermenêutica e histórico-dialética. Entretanto, este tipo de estudo é altamente relevante para a prática educativa e para os professores porque, mediante a pesquisa, podem efetivamente constituírem-se em sujeitos autônomos do processo educacional, produzindo, assim, seus próprios conhecimentos e seu desenvolvimento profissional.

Tomando por base Zeichner, Ponte (2002) apresenta alguns critérios de qualidade da investigação sobre a prática: (1) a pesquisa deve referir-se a um problema ou situação prática vivida pelos atores; (2) a pesquisa deve ser expressão autêntica dos atores e relacionada ao contexto; (3) deve conter alguma novidade para os professores; (4) deve explicitar alguns elementos metodológicos que inspira cuidado no tratamento das informações; (5) o estudo deve ser divulgado/socializado e colocado à discussão pública.

Algumas palavras finais

As questões abordadas neste texto apontam para o que Severino (2001) tem chamado de "a tríplice dimensão da pesquisa".

A primeira seria a dimensão **epistemológica** que discute, de um lado, o modo como aprendemos e produzimos conhecimentos e significados sobre nossos objetos de estudo (prática pedagógica, saberes docentes, formação e desenvolvimento profissional de professores) e, de outro, a validade, os limites e as condições de produção desses conhecimentos.

A segunda dimensão seria a **pedagógica** porque trata do valor formativo da pesquisa. A pesquisa constitui-se num eixo catalisador e mediador do processo de formação e desenvolvimento profissional dos professores e da melhoria de suas práticas educativas. E essa uma das razões pelas quais os professores precisam desenvolver alternativas, ferramentas e condições para investigar suas próprias práticas. Uma dessas alternativas seria a pesquisa em parceria com os professores universitários.

A terceira dimensão seria a **sócio-política** pois é pela pesquisa que podemos encontrar o sentido do que fazemos e, então, melhorar nossa existência, promovendo valores mais humanos e justos. Ou seja, diz respeito à extensão dos conhecimentos que produzimos, sobretudo suas implicações e conseqüências éticas e políticas no mundo da prática e das relações humanas.

Bibliografia

CONTRERAS D.J. El sentido educativo de la investigación. In: Angulo, R et al (1999). Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica. Madrid: Ediciones Akal, 1999. (p.448-462).

FIORENTINI, D. Rumos da Pesquisa Brasileira em Educação Matemática. Campinas(SP): FE/UNICAMP, 1994. (Tese de Doutorado em Educação: Metodologia de Ensino).

FIORENTINI, D. Pesquisando com professores – reflexões sobre o processo de produção e ressignificação dos saberes da profissão docente. IN: Matos, J.F. & Fernandes, E. (Eds). Investigação em Educação Matemática – perspectivas e problemas. Lisboa: APM, 2000. (pp.187-195).

FIORENTINI, D. Mapeamento e balanço dos trabalhos do GT-19 (Educação Matemática) no período de 1998 a 2001. In: CD-ROM da 25a Reunião Anual da ANPEd. Caxambu, 2002. (17 p.).

FIORENTINI, D.; Nacarato, A.M.; Ferreira, A.C.; Lopes, C.S.; Freitas, M.T & Miskulin R. Formação de professores que ensinam Matemática: um balanço de 25 anos da pesquisa brasileira. Educação em Revista – Dosslê: Educação Matemática, Belo Horizonte, UFMG (no prelo).

FIORENTINI, D. & Miorim, M. A. Pesquisar & escrever também é preciso: a trajetória de um grupo de professores de matemática. In: Fiorentini, D. & Miorim, M. A. (Orgs.) Por trás da porta, que Matemática acontece? Campinas: Editora Gráfica FE/UNICAMP – CEMPEM, p. 12-37, 2001.

FIORENTINI, D. & Sader, P. Tendências da pesquisa brasileira sobre a prática pedagógica em matemática: um estudo descritivo. In: CD-ROM da 22a Reunião Anual da ANPEd. Caxambu, 1999 (17 p.).

FIORENTINI, D; Souza Jr, A. & Melo, G. A. (1998). "Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos". In: Geraldi, C.M.G.; Fiorentini, D & Pereira, E.M.(Orgs). Cartografias do Trabalho Docente: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, ALB e Mercado de Letras, p.307-35.

KILPATRICK, J. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a EM como campo profissional e científico. Zetetiké. Campinas(SP): CEMPEM - FE/UNICAMP, vol.4, n.5, p.99-120, jan/jun-1996.

LYTLE, S.L. & Cochran-Smith, M. Aprender de la investigación de los docentes: una tipología de trabalho. In: Angulo Rasco, J.F. et al (1999). Desarrollo profesional del docente: política, investigación y practica. Madrid: Ediciones Akal. (p.320-338).

MARCELO, C. Pesquisa sobre formação de professores: o conhecimento sobre aprender a ensinar. Revista Brasileira de Educação: Anped, no 9, 1998. (p.51-75).

PINTO, R.A. Quando professores de matemática tornam-se produtores de textos escritos. Campinas: FE/UNICAMP, Tese de Doutorado em Educação.

PONTE, J. P. Investigar a prática. Lisboa: Universidade de Lisboa (2002 – no prelo).

SEVERINO, A.J. A pesquisa em educação: a abordagem crítico-dialética e suas implicações na formação do educador. Contra Pontos: Revista de Educação da Univali. Itajaí, SC, 1 (1), jan/jun 2001 (p.11-22).

TARDIF,M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas conseqüências em relação à formação para a o magistério. Revista Brasileira de Educação: Anped, no 13, 2000. (p.5-24).

Aspectos Semióticos da Alfabetização Matemática

Geraldo Gomes- Loughborough University, UK
Luciano Meira- Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

Esforços recentes no campo da educação matemática têm mostrado como o discurso matemático escolar, com suas práticas semióticas, estão na base da produção de uma epistemé científica (Walkerdine, 1988; Puig, 1996). Tal visão representa uma alternativa às abordagens individualistas da cognição humana, cujas imagens acerca do "mental" são antes o do trabalho de um "burocrata não-imaginativo" (Billig, 1987), que as da construção sócio-interacional de uma racionalidade comunicativa. Esta forma de pensar tem colocado muito frequentemente em evidência a natureza problemática e múltipla do aprendiz ou sujeito cognoscente, em suas relações reais com o discurso matemático e suas formas de significação.

Discurso designa uma noção ampla em Ciências Humanas, mas, em geral, pode-se definí-lo como prática de regulação da função comunicativa, numa palavra, de significação (Foucault, 1995; Pêcheux, 1995); figura, portanto, como um amálgama das relações entre o subjetivo e o institucional por via do signo. Segundo Walkerdine (1988), o discurso matemático acadêmico traduz-se numa relação de significação em que a "prática opera por meio da supressão de todos os aspectos de significação múltipla" (p. 96), uma vez que os sistemas matemáticos per se — diferentemente da linguagem natural— não possuem relações metafóricas, associativas, mas apenas organização sintática (mas, ver proposições mais recentes em Lakoff e Nuñez, 2000). O sujeito de tais enunciados formais é o sujeito da psicologia abstracionista do desenvolvimento cognitivo, que reificou a formalização lógico-matemática como realização do intelecto individual (Lerman, 1996).

O ponto de vista sustentado nos estudos sócio-discursivos enfoca o uso de signos como produtividade (e não meramente como representação ou descrição), rejeitando a dicotomia cognitivo/simbólico veiculada pelo conceito de representação (Rico, 1996). Como disse Bakhtin: "O conteúdo a exprimir e sua objetivação externa são criados (...) a partir de um único e mesmo material, pois não existe atividade mental sem expressão semiótica" (1995, pág.12). Trata-se de definir como ponto central a apropriação de, ou o acesso a, formas significativas de comunicação no interior das práticas de grupos e instituições sociais. Neste sentido, a análise dos contextos de prática adquire valor singular na caracterização das situações de aprendizagem, entendida como processo dinâmico de produção de significado e inserção social. Formações sociais específicas, como a escola, como um espaço de realização textual, significante —com suas próprias "premissas comunicativas" (Säljo e Wyndhamn, 1993)— são consideradas as condições mesmas de possibilidade da expressão de "indivíduos" enquanto "participantes" de práticas culturais específicas (Lave e Wenger, 1991).

No caso do ensino da matemática, interessa-nos o texto não como um sistema de signos formalizado, mas, concordando com Luiz Puig, "estamos interessados em analisar textos matemáticos que são produzidos pelos alunos no sistema escolar enquanto lhes é ensinado a matemática, e, ..., precisamos de uma noção de sistema matemático de signos ampla o suficiente para explicar este tipo de textos" (Puig, 1996, p.79).

Que tipos de textos derivam (e descrevem) das situações escolares do ensino do número, por exemplo? Que formas particulares de ação são construídas a partir da

implementação dos sistemas convencionais de representação matemática no contexto de sala de aula? Como se dá a regulação, no tempo, das formas de uso do sistema semiótico numérico, notadamente sintático? E qual sua relação, nos processos de aprendizagem, com a linguagem natural, através da qual é ordenado e da qual se diferencia enquanto sistema de registro e de ação?

Algumas considerações estão na base destas questões: (1) As ações que emergem no curso de uma atividade e os significados atribuídos pelos atores às situações não podem ser considerados apenas como resultado de estruturas cognitivas ou informação (Meira, 1993); (2) A compreensão de —e o engajamento em— determinadas ações, está relacionado à interpretação e utilização da fala e de outros recursos semióticos, sendo a organização escolar um espaço particular para a emergência de novos significados; e, (3) A regulação da atividade em sala de aula supõe o controle do discurso pelo outro social (o professor), na implementação de formas "viáveis" de comunicação —algo da ordem de uma flexibilidade semiótica (Wertsch, 1984) — na discussão dos objetos matemáticos.

Neste trabalho, no qual consideramos a aprendizagem dos números e da aritmética como um processo social, o foco de análise é dirigido para o modo pelo qual os significados das situações escolares de uso do número e da aprendizagem da aritmética são produzidos enquanto momentos de uma prática, e não como uma construção intelectiva individual. Buscamos, portanto, interpretar o processo dinâmico de significação —que não designa, em nossa opinião, o entendimento de uma definição— durante a escolarização elementar, das noções iniciais acerca do número, como a contagem, o sistema decimal, e a aritmética, em duas escalas temporais, ambas de grande importância na análise do fato "psico-semiótico": microgenética e diacrônica. Acreditamos que o interesse na tenra escolarização reside no fato de podermos caracterizar a iniciação num contexto introdutor de novas relações de significação (Walkerdine, 1988) —como a matemática formal escrita— bem como a mudança nessas relações (em suas características semióticas concretas) ao longo da escolarização.

Bibliografia

BAKHTIN, M. (1995). Marxismo e Filosofia da Linguagem. São Paulo: Hucitec.

BILLIG, M. (1987). Arguing and Thinking: a rhetorical approach to social psychology. Cambridge: Cambridge University Press.

FOUCAULT, M. (1995). A Arqueologia do Saber. Rio de Janeiro: Forense.

LAKOFF G., Nuñez R. (2000). Where mathematics comes from: how the embodied mind brings mathematics into being. New York: Basic Books.

LAVE J. e Wenger, E. (1991). Situated Learning: legitimate peripheral participation. Cambridge: Cambridge University Press.

LERMAN, S. (1996). Intersubjectivity in mathematics learning: a challenge to the radical constructivist paradigm? Journal for Research in Mathematics Education, 27, 133-150.

MEIRA, L. (1993). O "mundo-real" e o "dia-a-dia" no ensino de matemática. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 1, 19-27.

PECHEUX, M. (1995). Semântica e Discurso: uma crítica à afirmação do óbvio. Campinas: Editora da Unicamp.

RUIG, L. (1996). Pupil's prompted production of a medieval mathematical sign system. PME XX, Universidade de Valência, Espanha.

RICO, L. (1996). The role of representation systems in the learning of numerical structures. PME XX, Universidade de Valência, Espanha.

SALJO, R. e Wyndhamn, J. (1993). Solving everyday problems in the formal setting: an empirical study of the school as context for thought. In: S. Chaiklin e J. Lave (Eds.) Understanding Practice: perspectives on activity and context. Cambridge: Cambridge University Press.

WALKERDINE, V. (1988). The Mastery of Reason. London: Routledge.

WERTSCH, J. V. (1984). The zone of proximal development: some conceptual issues. In: B. Rogoff e J. V. Wertsch (Eds.) Children's Learning in the 'Zone of Proximal Development',. San Francisco: Jossey-Bass.

Metodologia de pesquisa em educação matemática: tendência ou opção?

Prof. Dr. Manoel Oriosvaldo de Moura – FE/USP

A decisão por realizar uma pós-graduação confunde-se com a de realizar uma determinada pesquisa e por ter de apresentar os seus resultados para a comunidade científica. Assim, a busca pelo título acadêmico imprime a necessidade do estabelecimento de um conjunto de passos que precisam ser dados entre o momento da entrada na academia e aquele que pode significar a conclusão de uma dissertação de mestrado ou de uma tese de doutorado.

O investigador experiente, que já pertence a grupos de pesquisa, também elege problemas que deverão ser investigados. Desse modo, o candidato ao mundo acadêmico e aquele que já é parte dele, ao elegerem os seus problemas de pesquisa, podem, em certo momento, pertencer a um mesmo conjunto. Este é formado pelos sujeitos que têm ou buscam um problema de pesquisa para ser investigado, os que deverão definir uma metodologia, como doutrina do método (Kopnin, 1978), que poderá permitir a solução do problema que os motiva para resolvê-lo.

A solução de um problema, sabemos, requer um método, pois o êxito na solução depende da forma como interpretamos a situação, como relacionamos os dados de modo a conduzir a uma solução que seja consistente do ponto de vista lógico e do rigor científico. Quanto mais simples o problema, mais fácil é a percepção do percurso que vai da análise à síntese no processo de solução. Este não é bem o caso de uma pesquisa acadêmica. Nesta, a complexidade dos fenômenos estudados requer um método que permita revelar o novo conhecimento que se quer construir.

É natural a busca por uma metodologia de pesquisa para a solução do problema que se deseja investigar, porém não é tão simples a adoção de uma forma adequada de abordagem do problema. Preso a muitos dos modismos sobre as tendências em investigação, muitas vezes o investigador define primeiro como irá investigar e não o problema que irá investigar. Em dissertações e teses é comum encontrarmos capítulos em que são feitas referências sobre a metodologia de pesquisa adotada em que é ressaltada a preocupação de especificar se se trata de pesquisa qualitativa ou quantitativa.

Entrar no mundo da pesquisa tem também as suas artimanhas: requer a adoção de um formato para satisfazer aos preceitos da academia que tem um padrão que se diz científico. É uma espécie de código que o novo pesquisador deve seguir para que possa ser aceito pelo "clube". Dificilmente alguém ousa fugir da regra que determina o modelo do trabalho científico. Geralmente quem faz isso é o investigador mais experiente. Este já conseguiu o alvará da academia para ousar. O conhecimento acumulado sobre o seu objeto de pesquisa, o modo de abordá-lo e divulgar o que produz constituem o passaporte para o mundo da academia. Já os mais jovens não se atrevem muito, porque temem não poder entrar para o clube. Mas uma coisa é certa: o jovem pesquisador está muito motivado para acertar. Ele geralmente é movido por um desejo muito grande de descobrir, de produzir o novo. Porém, tal como o resolvedor de problemas, é preciso encontrar o caminho que permita ter a certeza de que o que investiga é

relevante, de que a metodologia escolhida para iluminar o seu problema é a mais adequada para encontrar a solução do seu problema.

O investigador experiente é justamente aquele que já tem mais facilidade em encontrar o caminho rumo a solução de seu problema de pesquisa. Tendo realizado outras pesquisas, pode aplicar alguns dos algoritmos que já usou antes. Dirão os incautos que esta é a receita do racionalismo técnico. Não, o que importa é que o resolvedor de problema tenha um certo faro, um certo tino (só para não usar feeling) que o aproxime dos sujeitos que sabem ler bem a situação-problema, que facilmente transformam um dilema em problema. E assim, podem determinar quais os principais dados de que necessitam para ter o problema resolvido e qual o método que pode ser mais adequado.

Na interação com o jovem pesquisador, o orientador é este investigador mais experiente e que já ganhou a carta de alforria da academia. De posse de algum dos algoritmos, pode ser o sujeito que vai imprimir um ritmo mais rápido na construção da solução do problema de seu orientando. É este o papel do orientador: dar ritmo a pesquisa do jovem pesquisador. Mas o problema é do jovem pesquisador. Somente quando o jovem pesquisador encontra o seu problema, quando encontra o seu motivo é que ele constrói o seu algoritmo, constrói o caminho da solução. Neste momento, quase sempre ele renega, ou rever criticamente, tudo que havia escrito sobre uma possível metodologia de sua pesquisa. Passa a ler os livros de metodologia de pesquisa de forma mais crítica, admitindo o seu papel como uma orientação geral para certas áreas de conhecimento e a investigação de alguns problemas mais estandardizados. Assim, ao encontrarmos a metodologia para a solução de nosso problema chegamos a conclusão do quanto ele é singular. É por isso que a metodologia para resolvê-lo é também original.

Claro que cada ciência tem uma forma de proceder no seu modo de produzir conhecimento. E quanto mais consolidada mais possui um modo próprio de produzir conhecimentos. Em educação matemática ainda estamos à procura deste caminho. As discussões que temos acompanhado, da que vem se configurando como comunidade de educadores matemáticos, têm sido reveladoras do quanto ainda não se tem bem estabelecido o objeto do educador matemático. As diretrizes para a formação do professor de matemática, em discussão, evidenciam o quanto ainda se confunde o objeto do matemático com o do educador matemático. A quantidade de trabalhos produzidos na academia ainda é muito pequena quando comparada a grande demanda por profissionais que tenham o ensino de matemática como o seu objeto. Assim, é compreensível que ainda tenhamos dificuldade de estabelecer um método que possa se dizer próprio de uma área de conhecimento chamada de educação matemática. Porém, é certo que o que estamos investigando está muito mais próximo daquilo que se produz em educação do que do modo de fazer matemática. Diria que estamos muito mais próximo de uma metodologia de produção de conhecimento da educação do que da de produção de matemática.

A análise das dissertações e teses em educação matemática pode revelar que a escolha metodológica tem seguido mais os paradigmas das ciências humanas do que o das ciências duras. Isso requer uma investigação, porém o que constatamos é suficiente para que possamos inferir que a questão principal que deveríamos analisar é a natureza dos problemas que hoje consideramos prioritários para serem investigados em educação matemática. Se formos rigorosos na análise do que se coloca como problema para a jovem educação matemática veremos que não é de muito tempo a fuga das metodologias de pesquisa de cunho mais quantitativo. O medo por não ser rigoroso chegou a ser contornado pelo que se chamou

de pesquisa qualitativa-quantitativa. Ora, o problema não é a denominação da metodologia de pesquisa e sim se os procedimentos adotados são os mais propícios para se iluminar o fenômeno investigado. A revelação deste pode requerer tanto um tratamento quantitativo quanto qualitativo.

Estamos construindo há muito pouco tempo o campo de investigação em educação matemática. A consciência do valor da educação, o maior acesso das populações à escola, a necessidade de aferir a aprendizagem dos conhecimentos escolares, a definição de quais conhecimentos são prioritários para os estudantes estes e outros são problemas, que vistos em conjunto, estão sendo investigados como pertencentes à educação. É por isso que, de uma maneira geral, estamos ainda resolvendo velhos problemas da educação. Nós, que temos a educação matemática como objeto, ficamos por muito tempo procurando pagar uma dívida para com a sociedade que nos cobrava e continua cobrando mais eficiência para o ensino dos conteúdos de matemática. Cobrança que dificilmente se refere à natureza e ao papel dos conteúdos a serem ensinados.

Recentemente o questionamento sobre a eficiência da escola, no meu entender, tem se pautado muito no pragmatismo. Nasce, portanto, uma nova onda de problemas para o educador matemático. Ele agora deve dar conta de que o aluno aprenda com um ingrediente a mais: a matemática deve ser cidadã, ele deve desenvolver habilidades ela deve ser significativa, ética, etc. Os problemas a serem investigados não são mais sobre como se ensina geometria, como se ensina com criatividade, se a avaliação é qualitativa ou quantitativa. Agora é preciso atentar para os temas transversais, se os conteúdos são adequados aos ditames do mercado, se atendem aos processos de produção de conhecimento de acordo com os preceitos da psicologia, se atendem aos determinantes culturais, se o sexo influi na aprendizagem etc.

O que quero ressaltar é que os problemas de pesquisa vinculam-se à problemática social de um época. Dependem do que se define como sendo o mais importante para uma sociedade em um determinado momento histórico. E freqüentemente é mais assentado em interesses de mercado do que na necessidade de resolver problemas relevantes para a sociedade. Além dos interesses econômicos, existe, para muitos, a necessidade de ser aceito pela comunidade científica. Cria-se um critério de verdade e de legitimidade que deve ser obedecido para que se possa fazer parte de um grupo.

Torna-se necessário determinar sob que ponto de vista estamos falando quando definimos o nosso problema de pesquisa. O acordo que deve haver é entre uma concepção de ciência, de ética e a sintonia do pesquisador com os compromissos socials que assume. Sem esses elementos fica difícil tratar sobre as tendências de pesquisa em educação matemática. É possível se dizer que em certa época se investigava mais este ou aquele assunto. De que há uma certa tendência, mas não podemos deixar de ser críticos em relação ao que consideramos ser relevante ou não. Isto por que, ao se assumir que um determinado problema deve ser resolvido, faz-se uma opção.

Na década de oitenta, a tendência em resolução de problema gerou um grande número de dissertações e teses sobre este assunto. A crítica à matemática moderna veio no esteio da crítica aos currículos. O que podemos notar é que existe uma série de problemas induzidos. Nossa pergunta deveria ser: por que adotamos e tomamos para nós certos problemas que são de uma época? O que significa tendências. Quem determina as tendências? É preciso não confundir os problemas que em determinada época tornam-se

relevantes do ponto de vista social, com aqueles gerados artificialmente e que se tornam moda. Ora, se como cientistas adotamos um certo problema para ser investigado apenas por que ele é um problema da moda não merecemos muito o nome de cientista, pois estamos deixando de exercer uma característica essencial de cientista: ser crítico de nós mesmos.

Assim, a definição de uma tendência em educação matemática só pode ser analisada se partirmos do pressuposto de que há um motivo para esta tendência. É a consciência do motivo e o assumi-lo como sendo uma necessidade que vai fazer com que o investigador o assuma como o seu problema. Fora disso, é pura adesão a um problema que não é do pesquisador e que não o aceita como sendo importante, mas o faz porque é um problema da moda—isto quase sempre não dá certo. Fazendo um paralelo com o conceito de motivo compreensível de Leontiev (1988) podemos dizer que somente os problemas assumidos de forma compreensível podem ser eficazes no sentido de mobilizar as ações do sujeito para a concretização de seu trabalho de pesquisa como uma atividade.

Ao tomarmos a realização da pesquisa como uma *atividade*, na concepção de Leontiev, estamos também admitindo um método na solução de um problema de pesquisa. E por método estamos entendendo "um meio de atividade do homem em que se unem num todo as leis objetivas interpretadas com o fim voltado para a apreensão do objeto e a sua transformação" (Kopinin,1978:96). O método é parte da pesquisa como atividade e coordena as ações que poderão levar a realização de um desejo de ver satisfeita uma necessidade do sujeito que quer conhecer um certo fenômeno. As ações e operações, parte da atividade, estão também subordinadas ao desenvolvimento tecnológico de uma época, pois têm o seu nascedouro no contexto social do pesquisador.

Tomemos um exemplo. Quando fazemos entrevista para investigar como as concepções dos sujeitos podem influenciar na determinação de suas ações como educador podemos registrar esta entrevista de várias maneiras. A ação é a entrevista e a operação é o modo como podemos fazê-la. Pode ser com um questionário em que o entrevistado responda por escrito; com um gravador de áudio em que as repostas ficam gravadas em uma fita cassete. Pode ser, também, que estejamos interessados em registrar a expressão do entrevistado. Neste caso, devemos lançar mão de outros instrumentos. Podemos continuar usando o registro em papel. Neste caso, devemos ter a habilidade necessária para fazer o registro com uma certa precisão. Se as concepções dos sujeitos devem ser confrontadas com as suas ações em sala de aula, neste caso é preciso observar os sujeitos em ação. Mais uma vez, devemos adequar os instrumentos ao que pretendemos obter como dados para serem analisados. E mais, os instrumentos para atender a determinadas necessidades foram aqueles possíveis e existentes numa época. Os métodos têm, portanto um momento histórico. Dependem do grau de desenvolvimento tecnológico da época e do conjunto de saberes que permitem ter acesso aos instrumentos que poderão contribuir para uma maior precisão na solução do problema investigado.

O que vai ficando cada vez mais claro é que a produção de uma tese em educação matemática, não é nada mais e nada menos que a produção de conhecimento de um certo sujeito mobilizado (Charlot, 2000) para solucionar um certo problema. No caso da produção de conhecimento em ensino, o grande motivo do pesquisador é encontrar um modo de deixar evidente que o problema que está resolvendo ajuda a facilitar as ações do educador para a melhoria da aprendizagem e contribui, conseqüentemente, para o aprimoramento da instituição escolar. E isto significa o desenvolvimento sobre o conhecimento de uma atividade humana

das mais relevantes: a aprendizagem sobre a aprendizagem do sujeito para conviver com o conjunto social de que faz parte.

Na perspectiva do mercado, não é possível se aplicar o que defendemos como sendo a pesquisa motivadora, aquela que mobiliza o sujeito sem deixá-lo desequilibrado no sentido pejorativo da palavra. O sujeito motivado para realizar a sua pesquisa faz em função de uma necessidade e reúne as suas energias de uma forma prazerosa. Quanto mais avança na solução de seu problema mais prazer em resolvê-lo.

Mas a pesquisa que obedece apenas aos ditames da moda, dificilmente, é saudável para o pesquisador. E a razão já expusemos: o sujeito não tem um motivo reconhecido como seu. Assim, a definição de um objetivo, do problema que pretende resolver, as teorias que adota, as metodologias que diz serem pertinentes para a solução de seu problema, parecem não se articular. E é provável que não se articulem mesmo, pois não estão a serviço da solução de um problema que o mobiliza. Só um problema cujo motivo de investigação é compreendido pode colocar o sujeito no caminho da busca da solução. Nesta, objetivos, ações, instrumentos e modo de ação se interdependem rumo ao objeto de conhecimento investigado.

Ainda é muito comum encontrarmos trabalhos acadêmicos em que se percebe um esforço muito grande para colocá-los no modelo do que entende como sendo um trabalho acadêmico, tal como vem definido nos livros de metodologia do trabalho científico. Assim, os títulos dos capítulos tendem a obedecer a um modelo em que, se não estiver claro o que é o objetivo e se não estiver dito que a metodologia adotada é a qualitativa ou a quantitativa, então, o trabalho não é considerado acadêmico. O investigador, agindo desse modo, parece não ter claro que na verdade o que precisa é construir uma lógica de pesquisa e uma forma de expor os seus resultados que obedeça a natureza do problema investigado e o nível de conhecimento disponível para solucioná-lo. Os caminhos para realizar a sua investigação devem ser buscados em função do problema; as ações devem ser coerentes com as condições que o seu nível de compreensão do problema permite; e os instrumentos metodológicos são os considerados mais adequados para permitir uma maior precisão do que investiga. A teoria não é a justificativa do porquê se está resolvendo o problema. É, sim, um elemento essencial para iluminar o fenômeno que está sendo investigado. É quem vai permitir a construção lógica da solução e a comunicação para outros sujeitos que também estão interessados em fazer avançar o conhecimento sobre o fenômeno que está sendo estudado. Desta maneira, é preciso se apoderar da teoria como sendo parte dos dados para a solução do problema. O que os outros escreveram é um elemento que permite agir com mais precisão. Daí, o respeito ao que já está produzido sobre o fenômeno investigado. A teoria, deste modo, tem um sentido e deverá ser utilizada para complementar o que já se sabe sobre o problema. Isto é muito relevante. Esta afirmação se deve ao fato de serem muito comuns os trabalhos que são verdadeiros "corta e cola". Geralmente feito por sujeitos que procuram mostrar que são eruditos no assunto.

O que quero ressaltar é que, ao procurar a bibliografia auxiliar, o que devemos fazer é nos utilizarmos do autor, a nosso serviço, para ajudar a resolver o nosso problema. Isto é, o autor que está sendo citado é um sujeito que corrobora o que eu estou investigando e que de algum modo contribui para que eu possa enxergar melhor o fenômeno que investigo. Se cito o autor sem um certo critério é como se estivesse deixando para o outro um serviço que é meu e, sendo meu, vou tratar de buscar a solução inclusive no que já se escreveu sobre o assunto. Assim, o autor citado é um reforço a minha posição, o que não será, se apenas vou justapondo citações como um encadeamento de idéias alheias.

Bibliografia

CHARLOT, B. Da relação com o saber, Porto Alegre, Artmed, 2000

KOPNIN, P. V. A dialética como lógica e teoria do conhecimento. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. (Coleção Perspectivas do Homem, Vol. 123), 1978.

LEONTIEV, A. N. "Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil", in VIGOTSKY, L.S. (et al.). Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo, Ícone, 1988.

SESSÕES DE COMUNICAÇÃO
08/11/2002 – sexta-feira – manhã

SESSÃO	TÍTULO DO TRABALHO	AUTOR(A)	INST.
No 1 Sandra Ensino-Aprendizagem Local: PB 05	-O Conceito de Integral e a Dialética Ferramenta Objeto	Elias Rodrigues de Moura	PUC-SP
	-Ensino da Derivada: registro de representação Livros Didáticos	Luiz Felipe Simões Godoy	PUC-SP
	Uma seqüência didática para o ensino dos números decimais.	Bárbara Lutaif Bianchini	PUC-SP
No 2 Miguel História e Filosofia Local: PB 06	Henri Poincaré e Euclides Roxo: Subsídios para a História das relações entre Filosofia da Matemática e Educação Matemática	Aparecida Rodrigues Silva Duarte	PUC-SP
	A concepção de Educação Matemática de Henri Lebesgue	Luzia Aparecida Palaro	PUC - SP
	A dialetização da demonstração	Ana Márcia de Carvalho	UNESP - RC
No 3 Flávio História e Filosofia Local: PB 07	A história da matemática no Ceará	George Pimentel Fernandes	UFRN/URCA
	Os programas de matemática na reforma Francisco Campos	José Lourenço da Rocha	PUC – RJ
	Os programas de matemática da reforma Francisco Campos: enciclopédicos ou infantis?	Arlete Petry Terra Werneck	PUC-SP
	A criação das universidades católicas brasileiras	Adriana de Bortoli	UNESP - RC
No 4 Celsa Modelagem e Etnomatemática	O ensino da matemática no contexto da relação rural/urbano: uma abordagem etnomatemática	Elisabeth Conceição Sena Gonçalves	Universidade São Francisco

	A cultura da farinha de mandioca: extraindo as raízes dos saberes matemáticos para escolas rurais	Alexandre Vinícius Campos Damasceno	UFRN
	Etnomatemática e resolução de problemas: saberes e estratégias em permanente conjunção	José Ricardo e Souza Mafra	UFRN
No. 5 Regina Grando Ensino-aprendizagem Local: PB 09	-Educação Conceitual, Resolução de Problemas e Jogos Computacionais	Fabiana Fiorezi de Marco	CEMPEM/ UNICAMP
	-A Natureza do Pensamento Matemático na Análise e na Resolução de Problemas	Gladys Denise Wielewski	PUC-SP
	-A Sistematização do Conhecimento Matemático em Prática Pedagógicas Inter ou Transdisciplinares ou que se Organizem em Projetos	Vanessa Sena Tomaz	UFMG
No. 6 Saddo Educação de jovens e adultos Local: PB 10	-Uma Análise da Perspectiva do Professor sobre o Currículo de Matemática na EJA	Edson Alves Cardoso	PUC-SP
	-Problemas Multiplicativos: Estudo das Repre-sentações do Cálculo Mental na Construção do Registro Matemático em Alfabetização de Jovens e Adultos	Izabel Cristina de Araújo Franco	CEMPEM/ UNICAMP
	-A Colaboração entre Professor e Pesquisador no Processo de Construção de um Pensamento Algébrico	Elisangela Pavanelo	UNESP - RC
No. 7 Samira Formação de professores Local: PB 11	Percepção e formação de professores	Andréia M. Pereira de Oliveira	Unesp- Rio Claro
	Mudanças e concepções e práticas de professores de matemática	Ana Lúcia Manrique	PUC– SP/ USJT
	Uma oficina para formação de professores com enfoque em quadriláteros.	Márcia Maioli	PUC-SP
No. 8 Luciano Ensino-	O Ensino de Geometria Plana: o saber do aluno e a escola.	Nelson Arbach	PUC- SP
	Fenômeno do ensino-aprendizagem Do conceito de área.	Sônia Regina Facco.	PUC-SP

aprendizagem Local: PB 12	Das seqüências geométricas padronizadas ao pensamento algébrico.	Leila Modanez	PUC-SP
No. 09 Miriam TIC's Local: PB 16	Atribuindo significado ao seno e cosseno, utilizando o software cabri-géometre	Vera Lúcia Ferreira Martins	PUC SP
	CBL e calculadora gráfica: novos instrumentos integrando o ensino de matemática e física	Fernanda César Bonafini	UNESP Rio Claro
	A formação de conceitos elementares de estatística nas séries iniciais de ensino fundamental em ambiente computacional	Rosana Catarina Rodrigues de Lima	PUC SP
No. 10 Joni Modelagem Local: PB 17	Aprendizagem pessoal e aprendizagem afastada: o caso do aluno de cálculo	Dale Bean	UNICAMP
	Estudo de modelização nas concepções de probabilidade a análise combinatória	Claudinei A. da Costa / Flávio Luiz Amadei / Luciane Lopes Rodrigues / Mauro César Gonçalves	PUC - SP
	Um esboço da análise de trabalhos desenvolvidos em um curso de Ciências Biológicas, num ambiente de modelagem matemática	Ana Paula dos S. Malheiros	UNESP - RC
No. 11 Adair Formação de Professores Local: PB 18	Interface entre Educação Ambiental (EA) e Educação Matemática (EM): um olhar na prática docente do professor de Matemática.	Rodolfo Chaves	UNESP-RC
	Formação Continuada de professores de Matemática: buscando caminhos.	Marco Antonio Modesto	UNESP-Bauru
	Trabalho colaborativo e Desenvolvimento Profissional dos professores de Matemática: o caso da Iva.	Ana Cristina Ferreira	CEMPEM-UNICAMP

08/11/2002 - sexta-feira – tarde

No. 12 Anna Franchi Ensino Aprendizagem Local: PB 05	Geometrias não Euclidianas: Uma Proposta Metodológica para o Ensino de Geometria no Ensino Fundamental	Zionice Garbelini Martos	UNESP-RC
	História da Geometria Analítica e sua utilização em atividades Didáticas	Carmen Rosane Pinto Franzon	UFRN
	O Ensino de Geometria: Análise das atuais tendências	José Antonio Araújo Andrade	USF
No. 13 Alexandrina Hist. e Filosofia Local: PB 06	Breve história do movimento de fusão que deu origem à disciplina matemática	Marilene Moussa Miranda	PUC - SP
	O efeito retroativo: a vocação matemática como reconhecimento acadêmico	Adriana César de Mattos Marafon	USP
	O exército e as discussões sobre o ensino de matemática no Brasil nas décadas de 30 e 40 do séc. XX	Bruno Alves Dassie	PUC - RJ
No. 14 Anna Regina Formação de Professores Local: PB 07	Contribuições da formação inicial acadêmica do professor das séries iniciais do ensino fundamental para sua constituição como educador matemático	Roberto Antonio Marques	UFMG
	Como os professores de 2º ciclo estão percebendo a implantação dos PCN de matemática	Francisca Terezinha Oliveira Alves	PPGED/UFRN
	Discussão de um programa mínimo de ensino de matemática para os professores das séries iniciais do ensino fundamental	Maristela Gonçalves Gomes	UFSC
No. 15 Maria Laura Formação de Professores Local: PB 08	Encontrando Significados: a construção da autonomia do professor	Erica da Silva Moreira Ferreira	UNICAMP
	Buscando um caminho na formação de professores da matemática	Maria Teresa Menezes Freitas	UFU

	O conhecimento matemático do professor: formação matemática na licenciatura e prática docente na escola básica	Plínio Cavalcanti Moreira	UFMG
No. 16 Arlindo Ensino-Aprendizagem Local: PB 09	Introdução ao conceito de função: "A importância da compreensão das variáveis"	Edelweiss Brandão Pelho	PUC – SP
	Tecnologia, argumentação e cognição matemática: uma análise da produção para derivada de uma função real	Cláudio Dall'Anese	PUC - SP
	A gênese da noção de integral	Aguinaldo H. de Oliveira	PUC - SP
No. 17 Rosana TIC's Local: PB 10	Reorganização do pensamento e coletivo pensante	Telma A. Souza Gracias	UNESP Rio Claro
	"Professor capacitando professor": um estudo sobre os multiplicadores na área de informática e Educação Matemática	Renata Moro	UNESP Rio Claro
	Profissionalização do professor de Matemática	Sílvia R. Vieira da Silva	UNESP - RC

No. 18 Carlos Vianna Livros Didáticos Local: PB 11	A matemática e o livro didático no ensino Fundamental: espaço para qual cidadania?	Joseane Pinto de Arruda	CFM/CED/UFSC
	O livro didático de matemática e o construtivismo	Cecília Fukiko Kamei Kimura	PUC - SP
	A metamatemática no livro didático de álgebra linear	Claudia C. Brazil de Araújo	PUC - SP
No. 19 Beatriz Ensino-aprendizagem Local: PB 12	O papel da argumentação e da prova na formação do professor de Matemática.	Ruy César Pietropaolo	PUC-SP
	Crenças, concepções, conhecimentos e saberes do professor de Matemática:ideário pedagógico do professor.	Diana Jaramillo	FE/UNICAMP
	Diferentes significados produzidos para a noção de transformação linear e algumas possibilidades na formação inicial do professor de Matemática.	Viviane Cristiane Almeida de Oliveira	Unesp-RC
No. 20 Míriam Formação de Professores Local: PB 16	O(A) professor(a) de Matemática no contexto da Inclusão Escolar	Samira Zaidan	UFMG
	A formação em informática dos professores de Matemática da Escola Pública.	Audria Alessandra Bovo.	UNESP- RC
	Quando professores do Ensino Fundamental pensam sobre o Lógico-Histórico da Álgebra.	Maria do Carmo de Sousa	FE/ UNICAMP
No. 21 Ettienne Ensino-aprendizagem Local: PB 17	Conhecimento matemático reflexivo: uma contribuição para a educação tecnológica	Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro	UFSC
	A matemática na formação do administrador de empresas	Hellen Castro Almeida Leite	UFES
	Um estudo sobre a relevância da matemática para os químicos contemporâneos.	Maria Helena S. S. Bizelli	UNESP – RC Claro
No. 22 Dione	Álgebra Elementar, Processual ou Estrutural? Eis o "x" da questão.	Alessandro Jacques Ribeiro	PUC/SP- UNIP
	Sistema de inequação do 1 grau: focando os registros de representações.	Armando Traldi Junior	FESP E PUC SP

Educação de Jovens e Adultos Local: PB 18	-Um Processo de Ensino/Aprendizagem de Equações por Alunos Jovens e Adultos em Sala de Aula: as conversões entre registro de representação	Patrícia Maria A. Sader Azevedo	CEMPEM/UNICAMP

09/11/2002 – sábado – manhã

No. 23 Antônio V. Garnica Linguagem Local: PB 13	A metamatemática no discurso do professor de álgebra linear	Zoraide Lúcia do Nascimento Padredi	PUC - SP
	A escrita da proporcionalidade	Antônio Pádua Machado	UNESP - RC
	A influência da linguagem e do espaço interativo da sala de aula na produção de significados de matemática	Cristina Ferreira de Sá Tavares	UFMG
No. 24 Carlos Vianna Hist. e Filosofia Local: PB 14	Diderot e a Educação Matemática	Maria Laura Magalhães Gomes	UNICAMP
	Malba Tahan: Um educador matemático	Moysés Gonçalves S. Filho	UNICAMP
	Algumas considerações sobre as "leis" de Michael Crowe referentes aos padrões de mudança na História da Matemática	João Carlos Gilli Martins	UNESP
No. 25 Carrera Formação de Professores Local: PB 15	As concepções do professor de matemática: relações entre prática docente e profissionalização	Marisa Rezende Bernardes	UNESP
	Reta real: conceito imagem e conceito definição.	Marisa da Silva Dias	PUC- SP
	Concepções de matemáticos e egressos do IMPA sobre matemática e educação matemática: considerações sobre um estudo piloto	Eliane Oliveira Lorete	UFES
No. 26 Manoel Oliosvaldo	O ensino da análise combinatória no ensino fundamental e o papel do professor	Claudinei Aparecido da Costa	PUC - SP
	Probabilidade e estatística na educação infantil: um estudo sobre a formação e a prática do professor	Celi Aparecida Espasandin Lopes	UNICAMP

Formação de Professores Local: PB 16	A formação do professor em conceitos básicos de estatística com o auxílio do ambiente computacional: um estudo de caso	Sandra da Silva Santos	PUC - SP
No. 27 Adair Formação de Professores Local: PB 17	Formação de Professores - Representações gráficas de funções	Renata Rossini	PUC - SP
	O processo de aprender, aprender a ensinar e ensinar saberes de estatística e probabilidade para estudantes das séries iniciais do ensino fundamental	Paulo César Oliveira	UNICAMP
	Professores e alunos construindo saberes e significados em um projeto de estatística para a 6ª série: estudo de duas experiências em escolas pública e particular	Maria Auxiliadora Bueno Andrade Megid	UNICAMP
No. 28 Saddo Avaliação Local: PB 18	Emoções que emergem da prática avaliativa em matemática: considerações iniciais	Roberta D'Angela Menduni	UFES
	Avaliação formativa no processo ensino aprendizagem de matemática, no ensino médio	Domício Magalhães Maciel	UNICAMP
	Avaliação do desempenho de alunos em matemática: limites, revelações e contribuições para a formação de professores das séries iniciais do ensino fundamental	Edda Curi	PUC - SP
No. 29 Anna Franchi Dificuldades de Aprendizagem Local: CB 16	Um trabalho com universitários com dificuldades persistentes em matemática	Ana Maria Maceira Pires	UNESP - RC
	Buscando compreender e superar o fracasso escolar, através da interação escola-família, na aprendizagem de matemática	Michela Tuchapesk	UNESP - RC
	Um estudo diagnóstico do processo ensino-aprendizagem, considerando o cálculo e a precisão de medidas	Allton Martins dos Santos	PUC SP
No. 30 Arlindo	Obstáculos epistemológicos ao cálculo infinitesimal	Raquel Milani	UNESP – Rio Claro
	Concepção processual e estrutural da noção de derivada	Jayme do Carmo Macedo Leme	PUC SP

Trabalho aprendizagem Local: CB 17	Derivada: como estudantes universitários a concebem e a expressam	Cristina Meyer	PUC SP
No. 31 Rosana Tic's Local: CB 18	Transformações geométricas: uma experiência na formação de professores utilizando um ambiente informatizado	Esther do Lago Pretti	PUC SP
	O pensar matemático e as tecnologias da informação e comunicação: desafios ou oportunidades à prática do professor?	Jaqueline Magalhães Brum	UFES
	Softwares de geometria dinâmica sob a perspectiva de professores de matemática.	Rúbia Barcelos Amaral Zulatto	UNESP Rio Claro
No. 32 Dario Ensino-aprendizagem: Local: CB 19	A estética na formação continuada de professores de Matemática	Violeta Maria Estephan	USP
	Abordagem temática e conceitos unificadores: fragmentações e aproximações entre matemática e física no programa educativo de CN&T	Janice Pereira Lopes	UFSC/ CED/CFM
	O currículo de Matemática visão do NCTM.	Mariângela Pereira	UNESP-RC
No. 33 Vera Figueiredo Ensino-aprendizagem Local: CB 20	Semelhança de figuras planas: uma visão interdisciplinar	Alexsandra Câmara Maciel	PUC SP

	Construção, experimentação e análise de um módulo de atividades para o ensino-aprendizagem das fórmulas de área dos principais polígonos convexos	Cristiane Fernandes de Souza	UFRN
	Um estudo sobre hipóteses de alunos da 8ª série do ensino fundamental relativas aos comprimentos de segmentos existentes em figuras resultantes de um procedimento de divisão de segmentos	Márcia Stocchi	PUC SP

09/11/2002 – sábado - tarde

No. 34 Antonio Garnica Livro Didático e Paradidático Local: PB 13	Representação Semiótica da integral nos livros didáticos.	Carlos Antonio da silva	PUC-SP
	Relações entre teoria de Ensino e livros didáticos de Matemática	Gláucia Marcondes Vieira	FAE- UFMG
	Um olhar sobre o paradidático de Matemática	Andréia Dalcin	FE-UNICAMP
No. 35 Maria Ângela Hist. e Filosofia Local: PB 14	-O Ingresso e a Vida Escolar do Aluno do Ginásio da Capital na Virada da Década de 1920	Rita de Cássia Gomes Machado	PUC-SP
	O desenvolvimento do ensino de matemática no ensino técnico/industrial – profissionalizante no período de 1945-1995: O caso da escola técnica Federal do Espírito Santo	Antonio Henrique Pinto	UNICAMP
Local:	-Matemática Moderna no Brasil: o lado bom de um Grande Vilão	Flávia dos Santos Soares	PUC-RJ
No. 36 Carrera Ensino aprendizagem Local: PB 15	Introdução á trigonometria no triangulo retângulo para os ângulos notáveis usando reflexões no plano.	Sílvio Alves da Silva	PUC- SP
	Matemática e música – um projeto interdisciplinar	Andréia Júlio de Oliveira	UFRN
	Conceito de função: Qual o diagnostico entre a abordagem didática feita por Euclides Roxo, em 1930, e a idéia preconizada pela Educação Matemática atual?	Ciro Braga	PUC-SP

No. 37 Etienne Ensino Aprendizagem Local: PB 16	O papel das interações sociais na aprendizagem de gráficos de barras	Gilda Guimarães, Verônica Gitirana, Antonio Roazzi	UFPE
	Relações dos alunos com os saberes Matemáticos Escolares	Silvana Martins Melo	UFMG
	Os fatores que influenciam na relação dos alunos com a Matemática	Denise da S. R. Capuchinho	UFMG
No. 38 Vera Figueiredo Ensino aprendizagem Local: PB 17	Aspectos do conceito de tangente Segundo alunos do curso médio técnico	Valéria Guimarães Moreira	UFMG
	Um esquema de modelização para o ensino-aprendizagem da distribuição de Poisson	Maria Inez Rodrigues Miguel	PUC SP
	Trabalhando Matemática Financeira em uma sala de aula do Ensino Médio da escola pública: uma transformação curricular?	Adriana Correia Almeida	UNICAMP
No. 39 Beatriz Ensino-aprendizagem Local: PB 18	Os números negativos em sala de aula:análise de alguns obstáculos	Célia Maria Ananias Salvador	USF
	-Um Estudo sobre as Representações da Matemática e da Matemática Escolar em Materiais Pedagógicos	Cláudio José de Oliveira	UNISINOS/UNISC
	O efeito dos significados, invariantes e representações na compreensão de números relativos	Rute Elizabete de Souza Rosa Borba	UFPE
No. 40 Marcelo TIC´s Local: CB 16	Educação Matemática bilíngüe: internet e a aquisição de vocabulário	Joni A. Amorim	DSIF/FEEC/UNICAMP
	O ensino da matemática por meio da resolução de problemas usando computadores	Norma Suely Gomes Allevato	UNESP Rio Claro
	Funções e coletivos pensantes	Francisco Carlos Benedetti	UNESP Rio Claro
No. 41 Joni	A modelagem matemática e a geometria do táxi	Claudianny Amorim Noronha	UFRN
	Modelagem matemática em um contexto de questões ambientais aplicadas ao ensino fundamental	Denise Helena Lombardo Ferreira	UNESP Rio Claro

Modelagem Local: CB 17	O ensino de cálculo e as atividades de modelagem matemática em ambientes informatizados	Adriana Helena Borssoi	UEL
No. 42 Alexandrina Etnomatemática Local: CB 18	Um estudo etnomatemático	José Augusto dos Santos	USF
	Astronomia Tembé-tenetehara: uma experiência etnomatemática para o ensino da matemática no nível fundamental	Osvaldo dos Santos Barros	PPGECM/UF PA
	Etnomatemática como uma proposta de religação	Isabel Cristina R. de Lucena	PPGEd/UFP
No. 43 Wagner Valente Hist. e Filosofia Local: CB 19	Abordagem histórico-epistemológica no ensino de sistemas lineares, determinantes e matrizes	Simone Luccas	UEL
	Investigações das situações didáticas para a construção do sistema de numeração da escola	Célia Finck Brandt	UFSC
	Uma história dos jogos de estratégias	Josinalva E. Menezes	UFRPE/UF
No. 44 Luciano Meira Ensino-aprendizagem Local: CB 20	Os problemas envolvendo as operações aritméticas: algumas diferenciações.	Pedro Franco de Sá	UEPA/Unam / PPGEd UFP
	Uma pesquisa acerca do ensino das operações aritméticas elementares	Eliana da Silva Souza	UNICAM
	A quebra da unidade e o número decimal. Um estudo diagnóstico no ensino.	Micheline Rizcalha Kanaan	PUC-S

O Efeito Retroativo: A Vocação Matemática Como Reconhecimento Acadêmico

Adriana Cesar de Mattos Marafon – UNIMEP
Maria do Carmo Domite - USP

Resumo:

Este trabalho é a síntese do doutoramento defendido, em 2001, na Faculdade de Educação (UNICAMP).

O assunto tratado foi sobre a vocação matemática, tema que sugere uma análise totalmente diferente da realizada. Não foi difícil verificar que as pessoas tomam o termo vocação associado a "algo" (ordem natural, supra-natural ou sobre-natural) intrínseco ao indivíduo. Ignoro a análise, sem remédio, de buscar algo no indivíduo, para exercer a análise dos exames, dos processos legítimos de reconhecimento do mérito, isto é, processos que possuem relevância social.

Procuro definir as diferentes posições de sujeito que os enunciados podem implicar. Exerço a análise enunciativa que se referirá ao que foi dito, ao que foi pronunciado, ao que foi escrito, "...a elementos significantes que foram traçados ou articulados" (Foucault, 1985, p.126). Não reconheço enunciados latentes: "...pois aquilo a que nos dirigimos está na evidência da linguagem efetiva." (Foucault, 1985, p.126).

Investigo as relações de poder que estão na constituição do sujeito entendido como capaz de continuar a pesquisa em Matemática. Não se trata, no entanto, de descobrir se este ou aquele sujeito detém, de fato, a possibilidade de um conhecimento obscurecido, que será então revelado por uma mente brilhante. Considero que *todo saber tem sua gênese em relações de poder* (Foucault, 1986); portanto, o indivíduo é uma produção do poder e do saber.

Nas Atas da Congregação da Escola Politécnica do Estado de São Paulo, da década de 1930, encontrei o que era pertinente para um sujeito ser considerado catedrático da Cadeira de Geometria Analítica, Nomografia e Cálculo Diferencial e Integral. Esta cadeira era nada menos que a posição da vocação para a Matemática.

Introdução

Um concurso para a cátedra na POLI poderia atrair os 'possíveis' vocacionados, ou, mais precisamente, aqueles que fariam a inscrição.

Em 1933, ocorreu um concurso para a cátedra de "Geometria Analítica, Nomografia e Cálculo Diferencial e Integral", que envolveu dois nomes conhecidos hoje, pelo menos nas comunidades ou instituições a que pertenceram. José Octávio Monteiro de Camargo tornou-se catedrático da Politécnica em 1938 e Omar Catunda, catedrático da Faculdade de Filosofia Ciências Letras (USP) em 1944.

As 'vocações' existem na medida em que existem para aqueles que podem legitimar tal 'fato' do ponto de vista institucional e, se for o acaso, do ponto de vista histórico. Neste sentido, a *vocação matemática* não é nada além de reconhecimento acadêmico.

O reconhecimento no âmbito institucional requer um ritual de julgamento do mérito e da conduta (1930). A cátedra na década de 1930 carregava a vitaliciedade, além dos outros poderes muitos maiores, se comparados aos dos titulares de hoje. O ritual de julgamento garante a 'veridicção' do mérito, que toma seu lugar por escrito no documento nomeado *parecer*. Entretanto, a nomeação é por excelência o momento mesmo do reconhecimento, a garantia dele. É o momento em que o parecer é identificado ao ser. A vocação se constitui através de um efeito retroativo, que torna possível defini-la, justamente, naquilo em que pretendia se distanciar, o pesado fardo de não ser nada além da execução de um julgamento, cuja assinatura final dá-lhe o estatuto, o gozo do prestígio que a posição estabelece. De algum modo, tudo não passa de uma verificação (veridicção), exercida por titulados - os que são reconhecidos perante a lei-, cujo resultado é denominado, com muita propriedade, parecer.

A diferenciação entre os "homens"

Apesar de todo o peso metafísico, teológico, psicológico que o termo *vocação* tem guardado em sua história, ele não consegue ultrapassar os procedimentos exercidos para diferenciar, com o propósito de impor uma ordem. Na verdade, sua função é produzir corpos em posições hierarquicamente determinadas, através do parecer. "...a divisão entre aparência e essência é interna à própria aparência, deve ser refletida no próprio domínio da aparência – é isso que Hegel chama de "reflexão determinante". (Zizek, 1992, p.133).

Platão entendia que a natureza filosófica era pertinente a algumas almas, portanto, seria possível fazer distinção entre elas desde os primeiros anos, *se elas se mostrassem justas e brandas, ou insociáveis e ferozes* (Livro III, 485 e – 485 c). A partir dessa distinção, o razoável seria, por meio da educação, dar boa direção para a alma que encerrasse o ouro, ou seja, dar-lhe a formação do filósofo.

São Tomaz de Aquino diz que está na sabedoria de Deus a causa da distinção das 'cousas'. A criatura recebe a graça de tal sorte, que a ela pode corresponder ou não. Deus a concede através da eleição, mas à criatura cabe estar em concordância e colaborar. Por meio da graça, cabe ao eleito refletir a perfeição divina, a sua *vocação*.

A Igreja Católica exerce formalmente a escolha das vocações sacerdotais, ou seja, uma vez que existam dispostos ao sacerdócio, cabe ao bispo consagrar a vocação, reconhecê-la. As disposições da execução da escolha encontram-se no Código de Direito Canônico (1987). Ao candidato a esse tipo de posto cabe morar em um seminário ou freqüentá-lo por um determinado período, para que seja avaliado ou, mais precisamente, que seu comportamento seja vigiado. O bispo pode ainda requerer entrevistas com pessoas ligadas ao seminarista, para então consagrá-lo.

"Beruf" após Lutero

A obra de Max Weber A ética protestante e o espírito do capitalismo adquire especial importância neste trabalho, em razão da análise que o autor faz do uso do termo vocação em

diversos períodos históricos e, em particular, por deter-se na designação que Martinho Lutero fez da palavra vocação, ao traduzi-la do latim para o alemão. Lutero utilizou a palavra beruf para designar vocação, cujo significado adquiriu, para os povos protestantes, uma valorização do trabalho cotidiano secular. Segundo Weber (1981), a adesão para 'vontade' de trabalhar, exercer o trabalho como uma vocação, estar atendendo à graça, através do trabalho secular, foi obra da Reforma Protestante. A vocação deve valer para todos, seja qual for a posição ou atividade no trabalho.

O capitalismo, segundo esse autor, não alcançou o resultado que conhecemos hoje sem luta, aquela luta minuciosa, aquela luta que fez conformar os homens ao trabalho.

A mercadoria força de trabalho passa a prevalecer. Não importa mais o clã, a família; os meios de produção se separam da casa. A vigilância no trabalho ganha novo caráter, ou seja, a otimização no uso do trabalho é o objetivo dos novos olhos. O sistema de seleção passa a ser razoável. A escolha com base na função é exercida, não se relaciona mais o trabalho com a família.

A *disciplinarização dos corpos* produziu o moderno capitalismo racional ou sociedade disciplinar no sentido de Foucault (1991). Enfim, defende Weber (1981), que o modo de proceder em relação às atividades seculares mudou, adquirindo o que o autor nomeou por *ética protestante*. Segundo Weber (1981), o fato de o trabalho ter sido identificado à possibilidade de atender à graça, ou seja, à vocação, ocasionou uma conduta que influenciou significativamente a produtividade. Particularmente, a ascese puritana legalizou na Inglaterra "a exploração dessa específica vontade de trabalhar". (Weber, 1981).

Após a Reforma, o dever profissional deixou de ser indiferente, o trabalho veio a ser, precisamente, a finalidade de vida, uma vocação. A falta da vontade de trabalhar passou a significar a ausência de estado de graça (Weber, 1981).

Em meados do século XIX, o trabalho foi socializado em diversos países da Europa, mas certamente os meios de produção não o foram. Esses ficaram a cargo da burguesia.

Independentemente da nacionalidade, o capitalismo perpetuou as novas relações de propriedade, nas quais tornou possível a apropriação burguesa do trabalho, isto é, aquela que cria o capital privado e a garantia de existência do operário na medida em este pode aumentar o capital. Essa era a descrição da sociedade burguesa em 1848, expressa no Manifesto Comunista (Marx e Engels, 1995). Ora, essa sociedade buscava na otimização, no aproveitamento calculado do trabalho, o crescimento incansável do capital. Consoantes com os objetivos da época, surgiram, no início do século XX, os mecanismos de melhor adequar 'indivíduos' aos postos de trabalho, esperando-se dessa forma chegar ao ponto ótimo do aproveitamento da força de trabalho, introduzindo mecanismos para compará-la (diferenciação), introduzindo a hierarquia.

A disciplina

Não se trata, portanto, somente da apropriação, da extração da quantidade máxima de tempo de trabalho, trata-se, também,

> ...de controlar, de formar, de valorizar, segundo determinado sistema, o corpo do indivíduo. Se fizéssemos uma história do controle social do corpo, poderíamos mostrar que até o século XVIII, inclusive, o corpo dos indivíduos era essencialmente a superfície de inscrição dos suplícios e de penas; o

corpo era feito para ser supliciado castigado. Já nas instâncias de controle que surgem a partir do século XIX, o corpo adquire uma significação totalmente diferente; ele não é mais o que deve ser supliciado, mas o que deve ser formado, reformado, corrigido, o que deve adquirir aptidões, receber um certo número de qualidades, qualificar-se como corpo capaz de trabalhar. Vemos aparecer assim claramente a segunda função. A primeira função do seqüestro era de extrair o tempo fazendo com que o tempo dos homens, o tempo de sua vida, se transformasse em tempo de trabalho. Sua segunda função consiste em fazer com que o corpo dos homens se torne força de trabalho. A função de transformação do corpo em força de trabalho responde à função de transformação do tempo em tempo de trabalho.(Foucault, 1974, p. 96)

A *disciplina* que buscou o discurso científico acerca de uma melhor adequação do trabalhador à função a ser exercida foi a orientação vocacional, que se estabeleceu na Psicologia, primeiramente, sendo nos dias atuais, também, ligada à Pedagogia.

Entretanto, o discurso científico acerca da vocação não vai além de exames, sejam clínicos ou estatísticos, para determinar uma possível orientação vocacional, não chegando portanto à vocação, mas a uma classificação das aptidões supostas, esperadas.

Estabelecem-se, saberes que vêm da

> ...observação dos indivíduos, da sua classificação, do registro e da análise de seus comportamentos, da sua comparação etc. Vemos assim nascer, ao lado desse saber tecnológico, próprios a todas as instituições de seqüestro, um saber de observação de certa forma clínico, do tipo da psiquiatria, da psicologia, da psico-sociologia, da criminologia etc (Foucault, 1974, p.98).

Naturalmente, como não há nenhuma preocupação no presente trabalho em encontrar um método de localizar a vocação matemática no sentido da orientação vocacional, considerei razoável fazer referência a nomes que foram reconhecidos em suas respectivas comunidades, ou seja, se o lugar da vocação existe, é nas academias, nas universidades que devemos procurá-lo. Ora, os catedráticos da área de matemática eram aqueles que assumiam a posição destinada à matemática em 1933 no Brasil. As cátedras existiam nas escolas de Engenharia e, particularmente, na Escola Politécnica do Estado de São Paulo.

Mas a cátedra na Politécnica exigia fatalmente um concurso, um julgamento do mérito e uma análise da conduta. Aqueles que buscavam a vocação deveriam ter em mente que estariam buscando uma posição possivelmente almejada por outros. A posição significava prestígio, que naturalmente resultava em um salário estável ao longo da vida (vitaliciedade).

Condição necessária para a vocação: o reconhecimento acadêmico

O reconhecimento acadêmico é a constituição de prestígio (valor-signo), sobre aquele que se dispõe ao parecer, ou seja, ao 'veredicto' acerca de seu mérito e de sua adequação às instituições anteriores (Escola de Engenharia), acerca de sua conduta. Neste sentido, a *vigilância* ganha papel especial no processo, que terá sua utilidade garantida no momento do concurso. O resumo por escrito do percurso institucional do candidato é nomeado *currículo*. Neste trabalho, cito o currículo do prof. Monteiro de Camargo, no qual é possível constatar que ele tirou excelentes notas no colégio e no curso de Engenharia; além disso fez estágio na Alemanha e trabalhou como professor substituto na Escola Politécnica, na cadeira de Cálculo. O que legalmente importava era o diploma de um curso de engenharia reconhecido, mas, certamente, o currículo era capaz de resumir o quanto o candidato estava a

par da área (disciplina) que pretendia lecionar e pesquisar, o quanto estava adaptado à *disciplina*.

O exame envolve o ritual. Primeiro passo: constituir a comissão julgadora/examinadora; segundo, abrir as inscrições; terceiro, estabelecer a data. O dia chega, encontram-se os candidatos e a comissão em alguma sala reservada para o concurso. O assunto vem à tona com o sorteio dos pontos, as provas começam a ser realizadas. Durante o concurso, alguns desistem, outros continuam a disputa até o parecer final, o qual deve ser submetido à Congregação. Essa, por sua vez, pode aceitar o parecer ou rejeitá-lo, por meio de maioria absoluta (dois terços dos membros da Congregação). Uma vez decidido favoravelmente por um candidato, esse passa a ser o primeiro classificado e pode ser indicado para que o Governador (ou Interventor Federal - 1933) proceda à sua nomeação. Uma vez nomeado, o primeiro classificado torna-se professor catedrático da Escola Politécnica. É o ato baseado na Lei que garante, em uma instituição pública, alguém na posição requerida. Através desse ato, o 'parecer' torna-se 'ser'.

J.O.M. de Camargo, a partir da sua nomeação, passou a gozar dos direitos (poderes) e deveres (funções que deve exercer) que a posição de catedrático lhe permitia. Passou a ser entendido, de fato, como responsável pela cátedra de Geometria Analítica, Nomografia e Cálculo, como parte integrante da Congregação, e com a possibilidade de ser representante no Conselho Universitário.

Enfim, Camargo conseguiu o que almejava. Apesar de toda a controvérsia criada ao redor do concurso de que participou, ele mostrou mais um tipo de 'competência' aquela que é possível denominar como 'competência política'. É nas relações de luta e poder o modo "...como as coisas entre si, os homens entre si se odeiam, lutam, procuram dominar uns aos outros, querem exercer uns sobre os outros relações de poder, que compreendemos em que consiste o conhecimento" (Foucault, 1974, p. 17).

Na realidade, a controvérsia começou com a discordância da minoria sobre o mérito dos candidatos. Quando foi votado o parecer da Comissão, antes da votação, o prof. Telles pediu esclarecimento ao prof. Lúcio sobre a nota dez que ele atribuíra ao candidato Camargo. O engº Ary pediu que a Comissão dissesse se os candidatos podiam ou não ser professores da Escola. Em seguida, Theodoro A. Ramos apresentou uma declaração, na qual defendeu ser obrigação daqueles que estão na posição de julgar o mérito profissional, fazerem com base no merecimento que o candidato apresentar.

O engº. Theodoro A. Ramos toma como base um concurso, de que fez parte da comissão examinadora e, neste caso, o candidato mostrou merecimento; portanto, adotou tal experiência como critério de rigor. As provas a que os candidatos Camargo e Catunda tiveram que se submeter não apresentavam dificuldades maiores do que o concurso que Theodoro assumiu como base de rigor. Isso posto, na posição de examinador, entendeu que deveria desclassificar os dois candidatos. Essa foi a posição de Theodoro A.Ramos e a de Lélio Gama. E, apesar da declaração de Theodoro, a Congregação aceitou o parecer.

O segundo classificado, engº Omar Catunda, questionou a validade do concurso, o que deu início a uma análise da Consultoria Jurídica.

A interpretação do artigo 108 do Regimento Interno (1932) foi o ponto a que o Consultor Jurídico ateve-se. O artigo dizia que "Todas as provas do concurso, menos a escripta e a prática, deverão ser assistidas pelos membros do corpo docente com direito a voto na

Congregação". Alguns que votaram o parecer não tinham assistido às provas, esta foi a causa da sua anulação em 1934. A defesa da direção (Prof. Victor da Silva Freire) sobre a obediência às regras que regeram o concurso, baseou-se na diferença entre comissão julgadora e examinadora. No caso da Politécnica, o razoável, segundo o diretor, era atribuir a responsabilidade de julgamento à comissão. Em outras palavras: à Congregação cabia verificar se os procedimentos estabelecidos foram obedecidos, mas o julgamento do mérito era responsabilidade da comissão. Sendo assim, o voto a que se referia o artigo 108 só poderia ser o voto de rejeição.

> *A expressão "voto" a que se refere esse artigo só pode portanto ser applicada a uma unica especie de voto, que é o voto da rejeição. Entendida desse modo, o artigo completa - mais do que completa, reforça, - por forma justa e honesta, as disposições estabelecidas no Regulamento. É facil vel-o: Consoante entendimento, os membros da Congregação que no seu fôro intimo se sentem capazes de proferir sua sentença pessoal no processo, com pleno conhecimento de causa, assistem ás provas e fazem uso, se assim lhes dictar a consciencia: do direito que legalmente lhes é conferido, de divergirem do julgamento da commissão. Os que se não acham nesse caso, contribuem para a seriedade do concurso pelo escrupulo com que procederá constituição dessa commissão, em cujo criterio se louvam quando têm que assistir à convocação que recebem, para comparecer à homologação do parecer. Não há desempenho mais recto, nem mais leal, do systema que foi preconisado pela reforma em vigor e imposto a esta Escola pelo seu ultimo Regulamento. É com desempenho que não mascára apparencias... (USP, POLI, Arquivo Morto, Copiador de Expediente, 25/10/34-16/02/34, fl. 75).*

Apesar da defesa, o concurso foi anulado em 1934. J.O.M. de Camargo recorreu ao governo, o qual mandou ouvir o Conselho Consultivo do Estado. O parecer do Conselho foi favorável a Camargo. Em 1938 ele foi enfim, nomeado. Logo tornou-se representante da escola no Conselho Universitário, membro importante daquela instituição, tendo encerrado a sua carreira com a morte. O reconhecimento póstumo ocorreu através da homenagem prestada pelo Conselho Universitário, Congregação, ex-alunos, institutos, entre outros.

Conclusão

O que dizer agora? Camargo era ou não possuidor da vocação matemática? Ou mais, precisamente, possuidor da vocação, daquela que tinha lugar na cátedra de Geometria Analítica, Nomografia Cálculo Diferencial e Integral? Se por acaso a interpretação do artigo 108 do regimento Interno (1932) pelo Conselho Consultivo do Estado tivesse sido a mesma que a do consultor jurídico, o parecer da maioria da Comissão não poderia ter sido identificado ao ser. E, portanto, Camargo não assumiria o lugar da vocação.

O vocacionado, portanto, é aquele que consegue o reconhecimento legal das instâncias acadêmicas.

O que diferencia matemática institucional é o cunho do valor de troca-signo que possui, isto é, a cada passo na hierarquia acadêmica, há produção de código de prestígio (valor-signo); a titulação é a sua materialização.

Desta maneira, produzir um discurso matemático condiz com estar em uma ordem disciplinar, cuja produção pode ser pesquisa matemática ou ensino de matemática ou qualquer atividade dependente deste tipo de saber, cujo exercício necessita de força de trabalho qualificada (no mínimo documentada), ou seja, com a forma-signo.

Bibliografia

ALTHUSSER, Louis. Posições - 2. Tradução: Manuel Barros da Motta, Maria Laura Viveiros de Castro e Rita Lima. Rio de Janeiro: Edições Grall Ltda, 1976. 164 p.

AQUINO, S.T. Suma teológica. 2.ed. Trad. Alexandre Corrêa. Porto Alegre : Sulina ; Caxias do Sul : Universidade de Caxias do Sul, 1980. 5.260 p.

BAUDRILLARD, M. Para uma crítica da economia política do signo. Trad. A. Alves. São Paulo : Martins Fontes, 1972. 278 p.

CODIGO do Direito Canônico. Tradução da Conferência Nacional dos Bispos do Brasil. 2.ed. São Paulo : Loyola, 1987. 837 p.

FOUCAULT, M. As verdades e as formas jurídicas : conferências. Rio de Janeiro : PUC-RJ, 1974. 133 p. (Mimeogr.).

_____. Microfísica do poder. 4.ed. Trad. Roberto Machado. Rio de Janeiro : Graal, 1985. 295 p._____. Vigiar e punir : nascimento da prisão. Trad. Lígia M. Pondé Vassallo. Petrópolis : Vozes, 1991. 280 p.

MARX, K ; ENGELS, F. Manisfesto do partido comunista. In: Cadernos Desafio. n.1, p.46, 1995.

PLATÃO. A república. 2.ed. Trad. J.Guinsburg. São Paulo : DIFEL, 1973. 2 v.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto n.o 5.064 de 13 de Junho de 1931. Regulamento da Escola Polytechnica do Estado de São Paulo. São Paulo : Imprensa Official, 1931.

SÃO PAULO (ESTADO). Decreto n.o 5.330 de 2 de Janeiro de 1932. Regimento Interno da Escola Polytcnica. São Paulo : Imprensa Official, 1932.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. Atas das Sessões da Congregação : 1932-1940. São Paulo : Escola Politécnica, 1999.

WEBER, M. A ética protestante e o espírito do capitalismo. Trad. M. Irene de Q. F. Szmrecsányi e Tamás J. M. K. Szmrecsányi. Brasília, DF : Ed.UnB ; São Paulo : Pioneira, 1981.

ZIZEK, Slavoj. Como Marx inventou o sintoma? In: ZIZEK, Slavoj. Um Mapa da Ideologia. Tradução de Vera Ribeiro.. Rio de Janeiro: Contraponto Editora Ltda, 199

"Trabalhando Matemática Financeira Em Uma Sala De Aula Do Ensino Médio Da Escola Pública: Uma Transformação Curricular?".

Por Adriana Correia Almeida
Orientador(a): Dione Lucchesi Carvalho
Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas – FE?UNICAMP

Tema

O estudo em andamento trata das possibilidades *de transformação curricular* e da *prática de sala de aul*a às quais o Ensino Médio das escolas públicas estará sujeito com a substituição da mera resolução prática de situações-problema não-escolares pela inserção sistemática de conteúdos de Matemática Financeira, e como o aluno-trabalhador deste ciclo sistematiza tais conceitos num ambiente escolar.

Justificativa

A questão que originou esta investigação surgiu do meu trabalho como educadora de Matemática, na disciplina intitulada como "Lógica", em uma fundação educacional financiada por uma empresa do setor de revenda de autopeças onde pretendia desenvolver inicialmente o trabalho de campo. Tal trabalho não foi desenvolvido naquela instituição devido a problemas éticos surgidos das divergências entre minhas concepções educacionais e políticas como profissional ali alocada e as da administração "educacional-empresarial" da instituição. Essas divergências se manifestaram, principalmente em relação à abordagem que deveria ser dada aos conteúdos matemáticos estudados que impossibilitava discussões e enfoques teóricos mais profundos e qualquer tipo de sistematização.

As diretrizes metodológicas de abordagem dos temas condicionavam o trabalho a encontros rápidos e pontuais de forma que qualquer tentativa de construção de fórmulas e relação das mesmas com os conteúdos tradicionalmente estudados no Ensino Médio regular tinham que ser camufladas inclusive dos alunos, assim, segundo Kuenzer (2000:19):

"Essa nova realidade exige novas formas de mediação entre o homem e o conhecimento, que já não se esgotam no trabalho ou no desenvolvimento da memorização de conteúdos ou formas de fazer e de condutas e códigos éticos rígidos definidos pela tradição taylorista/fordista, compreendida não só como forma de organização do trabalho, mas da produção e da vida social, na qualidade de paradigma cultural dominante nas sociedades industriais modernas".

Previmos a possibilidade de tais características daquele trabalho atrapalharem o desenvolvimento do estudo, assim a pesquisa foi direcionada à escola pública, com os alunos da primeira série do Ensino Médio, mantendo a postura reflexiva sobre a minha prática como professora de Matemática frente às mudanças ocorridas neste nível escolar e sobre o estudo de conteúdos de Matemática Financeira.

Nesta perspectiva a questão de investigação se transformou em: *Quais transformações curriculares e sobre a prática de sala de aula de Matemática do Ensino Médio da escola pública favorecem ao aluno-trabalhador a sistematização dos conteúdos relativos à Matemática Financeira?*

O movimento de reformulação curricular com relação à Matemática atinge também o Ensino Médio privilegiando alguns temas como Matemática Financeira, Estatística e Probabilidade. Este movimento tem-se voltado, entre outras perspectivas à necessidade de adaptação dos jovens às normas e regras de flexibilidade do mundo do trabalho e até mesmo da busca do conhecimento em larga escala. Sob esta perspectiva a Matemática Financeira foi escolhida por facilitar caminhos que possibilitem aos jovens atingirem e criarem estratégias para desenvolver suas capacidades lógicas e de performance de utilidades mais imediatas, como, por exemplo, trabalhar no comércio ou mesmo participar do mundo do consumo. Além disso, seus conteúdos permitem construções e sistematizações de conceitos matemáticos, tais como porcentagens, exponenciais e logaritmos, entre outros. Tomando os argumentos de Carvalho (1999:61):

> *"... a contribuição de matemática nas tarefas que lidam com o dinheiro não residem apenas em apoiar as ações do cálculo correto, no que se refere a especificações de determinadas somas ou casos como troco ou pagamento de um total no caixa. Diversos conceitos e procedimentos da matemática são acionados para entendermos nossos holerites (contracheques), calcular ou avaliar aumentos e descontos nos salários, aluguéis, mercadorias, transações financeiras, entre outros."*

A pesquisa prevista neste projeto pretende estudar a necessidade de aprofundamento das discussões teóricas acerca dos conteúdos científicos que permeiam as relações do aluno com a Matemática Financeira, segundo Marasini (2001:12) é através do *conhecimento científico que se pode estabelecer relações, comparar, analisar, abstrair e generalizar novos conceitos.* Sob esta ótica, entendemos que existe uma supervalorização do conhecimento cotidiano, sem relaciona-lo com o saber escolar, perdendo-se a discussão de como este tipo de conhecimento foi elaborado e constituído ao longo do tempo e, tomando as palavras de Giardinetto (1999:5), sob quais *circunstâncias históricas e sociais foram determinantes para que a vida cotidiana hoje seja dessa forma e não de outra.*

Para tanto teremos como discussão complementar a reformulação curricular que vem ocorrendo no Ensino Médio que de acordo com Kuenzer(1999) tem como objetivo a inclusão da escola em um novo modelo econômico, o neoliberalismo, fazendo com que assuma uma dupla função: *preparar para a continuidade de estudos e ao mesmo tempo para o mundo do trabalho.* Sob este contexto, a escola deverá proporcionar ao aluno acesso a conteúdos que tornem sua vida mais "fácil", além de formar jovens que conduzam um bom desenvolvimento do raciocínio lógico e prático, tendo como meta básica, o sucesso no mercado de trabalho.

Delimitação do Problema da Pesquisa

A questão de investigação é enunciada por: *Quais transformações curriculares e sobre a prática de sala de aula de Matemática do Ensino Médio da escola pública favorecem ao aluno-trabalhador a sistematização dos conteúdos relativos à Matemática Financeira?*

Numa perspectiva de investigação sobre a minha prática de professora de Matemática do Ensino Médio, pretendo estudar como os conceitos de Matemática Financeira contidos em situações cotidianas podem ser um ponto de partida adequado para a abordagem junto a alunos trabalhadores dos temas matemáticos: porcentagem, juros simples, juros composto e função exponencial. Pretendo direcionar esta abordagem para aportes teóricos sistematizados e não simplesmente vinculá-los a resoluções imediatas e práticas de situações não-escolares, como, por exemplo, calcular o valor de um desconto sobre o preço total de uma mercadoria, verificar a exatidão do cálculo de impostos através de uma alíquota dada, calcular o acréscimo sobre o preço de um bem ou serviço ao solicitar prazo.

Sendo assim, considerando nossa questão de pesquisa, temos como objetivos:

Investigar as transformações curriculares via a inserção do ensino de Matemática Financeira nesta abordagem pedagógica no Ensino Médio;

Analisar como o aluno trabalhador do Ensino Médio sistematiza os conteúdos de Matemática Financeira num processo de aprendizagem escolar.

Estes objetivos serão buscados tanto na análise das informações produzidas como na reflexão da pesquisadora sobre a própria prática.

Referencial Teórico

Alguns aportes teóricos já foram levantados para a análise das informações que serão produzidas no trabalho de campo sendo referenciados e tratados como nossos principais interlocutores quanto à Sociologia da Educação, Kuenzer (2000) no tratamento das questões da reformulação do Ensino Médio, Enguita (1989) para as referências ao trabalho com os excluídos pelo sistema econômico, Apple (1997) como apoio as questões sobre a importância do currículo e Perrenoud (1999) e Tanguy (1997) para os apontamentos sobre Competências e Habilidades. Carvalho (1999), Giardinetto (1999) são interlocutores importantes para a Educação Matemática. Um estudo histórico sobre o surgimento do capitalismo e o desenvolvimento dos conceitos de Matemática Financeira será embasado nos escritos de Huberman(1986) e Weatherford(2000). Como aportes para o estudo da aplicação dos conceitos de Matemática Financeira junto aos alunos, teremos Puccini (2000), Crespo (1999), Carvalho (1999) e Marasini (2000).

Metodologia

Considerando como vertentes teóricas principais a Sociologia da Educação e a História da Economia, está sendo delineada uma pesquisa de natureza qualitativa referendando-me concepções de epistemologia do conhecimento, de educação e de ciência mencionadas como histórico-dialéticas por Gamboa (1989).

Essa perspectiva foi escolhida visto que a produção de informações no trabalho enfatizará o processo e estará voltada para o estudo dos sentidos e significados produzidos dos alunos participantes em interação com a pesquisadora.

Serão utilizados como instrumentos de registro das informações produzidas: um diário de campo contendo os relatos feitos pela pesquisadora a respeito do desenvolvimento

das discussões propostas; a gravação em áudio das falas dos alunos participantes durante as aulas de Matemática relativas à pesquisa e em suas entrevistas individuais; gravação em vídeo destas mesmas aulas; registro escrito da produção dos alunos.

Os registros da produção dos alunos devem contemplar observações sobre os aspectos que acharam relevantes das aulas; das discussões; os procedimentos utilizados na resolução de problemas e exercícios; as sistematizações realizadas; as relações que eles estabelecem com outros temas da Matemática e de outras áreas de conhecimento. Como proposta de abordagem dos conteúdos de Matemática Financeira previmos as atividades:

Discussão a partir de reportagens, anúncios e propagandas de jornais e revistas com enfoque financeiro, tendo como objetivo a coleta dos diferentes sentidos dos alunos acerca dos conteúdos de Matemática Financeira resgatados na interação com a pesquisadora.

Produção pelos alunos de um caderno de registro das aulas de Matemática Financeira.

Negociação dos temas a serem abordados neste estudo solicitando sugestões.

A cada novo encontro serão retomados os pontos discutidos na aula anterior a fim de analisarmos o posicionamento do grupo frente à questão em vigor e sobre novos pontos a serem abordados.

Atividade de sistematização e relacionamento dos temas de Matemática Financeira com os conceitos matemáticos de porcentagem, juros simples e juros compostos e função exponencial.

Esta sistematização deve contemplar a construção das fórmulas relativas aos termos e as definições formais referentes aos tipos de funções abordadas.

Desenvolvimento da Pesquisa

A pesquisa em questão conta com o trabalho de campo na etapa inicial, desenvolvendo-se em uma escola pública de Ensino Médio da região central de Campinas em uma sala do primeiro ano deste nível de Ensino.

As leituras acerca dos aportes da Sociologia da Educação já foram iniciadas e são constantemente retomadas a fim de servirem como suporte para a pesquisadora nas questões levantadas no trabalho de campo.

As leituras referentes ao estudo histórico foram concluídas e o tratamento à discussão escrita está sendo preparado.

Bibliografia

KUENZER, A. Z. O Ensino Médio agora é para a vida: Entre o pretendido o dito e o feito. In *Revista Sociedade e Educação*. N. 70 - 2000. Cedes. Campinas. S.P.

PERRENOUD, Philippe. *Construir competências desde a escola*. Trad. Bruno Charles Magne. Porto Alegre. Artes Médicas Sul, 1999.

APPLE, M. W. *Conhecimento Oficial: A educação democrática numa era conservadora.* Trad. Maria Isabel Edelweiss Bujes. Petrópolis, R.J., Vozes, 1997.

BRASIL, SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DE ENSINO FUNDAMENTAL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática.* Brasília: MEC / SEF, 1998.

BRASIL, SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DE ENSINO MÉDIO. *Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática.* Brasília: MEC / SEF, 1999.

WEATHERFORD, J. M. *A história do dinheiro: do arenito ao cyberspace.* Trad. June Camargo. S.P., Negócio Editora, 2000.

TANGUY, L. E ROPÉ, F. (ORGS.). *Saberes e competências: o uso de tais noções na escola e na empresa.* Campinas, S.P., Ed. Papirus, 1997.

FERNANDEZ, ENGUITA M. *A face oculta da escola: educação e trabalho no capitalismo.* Trad. Tomaz Tadeu da Silva. Porto Alegre. Artes Médicas, 1989.

DAVIS, P. J. *A Experiência matemática.* Trad. João Bosco Pitombeira. R.J.. Francisco Alves, 1985.

CARVALHO, V. Educação Matemática: matemática e edúcação para o consumo. Dissertação de Mestrado, Campinas, 1999.

HUBERMAN, L. A História da riqueza do homem., 21. Ed., R.J., Ed. LTC, 1986.

GAMBOA, S. S. "A dialética na pesquisa em educação: elementos de contexto".In Fazenda, I. Metodologia da Pesquisa Educacional. 1989. S.P. Ed. Cortez.

PUCCINI, Abelardo de Lima. Matemática Financeira Objetiva e Aplicada. 6°ed. São Paulo. Ed. Saraiva, 2000.

CRESPO, Antônio Arnot. Matemática Comercial e Financeira Fácil. 13°Ed. São Paulo. Ed. Saraiva, 1999.

MARASINI, Sandra Mara. A Matemática Financeira na escola e no trabalho: Uma abordagem histórico-cultural. 2001. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação.Universidade de Passo Fundo.

GIARDINETTO, José Roberto Boettger. Matemática escolar e Matemática da vida cotidiana. Campinas, SP. Autores Associados, 1999.

A Criação das Universidades Católicas Brasileiras

Adriana de Bortoli
Orientador: Prof. Dr. Marcos Vieira Teixeira
UNESP-Rio Claro

Considerações Iniciais

No V EBRAPEM apresentamos " Um Breve Histórico Sobre o Processo de Criação das Universidades Católicas Brasileiras", e no momento de sua apresentação foram feitas algumas contribuições o qual julgamos pertinentes fazendo com que déssemos um novo encaminhamento ao trabalho que estávamos realizando.

Escrevemos a História Da Criação Das Universidades Católicas Brasileiras com o intuito de uma responder uma questão existente dentro do nosso trabalho de mestrado que tem como título "História da Criação do Curso de Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Campinas". A questão é saber qual é o movimento político e religioso presente na educação na década de 40 que levaram a criação de uma Faculdade em Campinas.

Diante da necessidade de responder essa questão dedicamos um capítulo da nossa dissertação de mestrado e apresentaremos aqui uma síntese dos resultados obtidos.

Primeiramente vamos falar dos passos seguidos pela Igreja Católica até a instalação da primeira Universidade Católica.

A Igreja Católica começou a plantar os germes da futura Universidade Católica em 1908 quando fundou a Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de São Bento em São Paulo.

Em 1921 formalizou-se a criação da Revista A Ordem. A revista a Ordem é uma revista católica que foi criada por Jackson de Figueiredo tendo inicialmente um caráter político. Este caráter foi substituído após a morte de Jackson por uma revista católica de cultura geral.

Em 1922 foi criado o Centro D. Vital. O Centro D. Vital tinha como propósito converter a organização em um núcleo de estudos para a formação de uma cultura católica superior, oferecendo cursos e palestras embora ainda de forma não sistematizada, ou seja, não muito científica, e também foi criado por Jackson de Figueiredo.

Em 1929 foi fundada a AUC (Associação dos Universitários Católicos), em 1932 foi fundado o ICES (Instituto Católico de Ensino Superior) e, em 1941 foi fundada a Universidade Católica do Rio de Janeiro (a primeira Universidade Católica do Brasil), a partir da fundação da sociedade civil que nasce como mantenedora da Universidade, desenvolvendo uma campanha financeira para arrecadar fundos para a instalação dos cursos. Esses cursos foram autorizados a funcionar pelo decreto n° 6409 assinado por Getúlio Vargas.

A Mudança No Enfoque

Agora esboçaremos o contexto político brasileiro em que se deu a criação da primeira Universidade Católica brasileira.

Em 1930 foi criado o Ministério da Educação pelo Governo Provisório e seu primeiro ministro foi Francisco Campos, que organizou várias reformas no ensino.

Francisco Campos organizou várias reformas no ensino secundário, superior e comercial, mas nos interessa falar sobre as reformas ocorridas no ensino superior.

Em 11 de abril de 1931, é sancionado pelo decreto n°19.851 o projeto de Reforma do Ensino Superior (Fávero, 2000a, p.40) que promulga o Estatuto das Universidades Brasileiras e reorganiza a universidade do Rio de Janeiro.

"O decreto foi precedido por uma conferência pronunciada por Campos em março daquele ano, no qual o ministro destacava o caráter católico inerente ao conceito da universidade" (Salem, 1984, p.124). Segue as palavras de Campos nessa conferência: "Por suas origens, por sua formação, por seu caráter de universidade, a universidade é uma instituição católica e o espírito católico tem de ser um esforço de totalização espiritual..." (apud Salem, 1984, p.124).

"Em 30 de abril de 1931 foi promulgado o Decreto n°19.941 onde tornava facultativo o ensino religioso nas escolas públicas" (Salem, 1982, p.112), rompendo com décadas de separação entre a Igreja e o Estado (Schwartzman, 2001, p.3).

Em uma outra instância, Francisco Campos advertia que nunca tivera a intenção de criar uma universidade católica. Notamos então, que havia da parte do governo uma certa preocupação em manter ao seu lado a Igreja Católica nas questões educacionais. Arriscamos um comentário com relação a esse interesse. As escolas católicas tinham uma forte estrutura que dava suporte ao Estado em manter a moral e os bons costumes da nação.

Por outro lado Francisco Campos colocou em prática a reorganização universitária sem se preocupar com os interesses católicos.

"Aconteceu em março de 1932 o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, redigido por Fernando de Azevedo, que fazia referência ao movimento de reconstrução educacional", (Schwartzman, 2001, p.02).

Schwartzman continua dizendo que o manifesto argumentava que o Brasil estava avançado economicamente mas que a Educação estava ficando para traz.

O manifesto dos Pioneiros foi um movimento que solicitou mudanças e reformas no ensino. Era formado basicamente por dois grupos: católicos e liberais. No entanto, havia também um posicionamento do Estado já que um dos objetivos centrais dos pioneiros era retirar a educação da rotina administrativa quotidiana dos governos, e fazer dela uma atividade autônoma e descentralizada" (Schartzman, 2001, p.4) e, isso ao nosso ver era contrário as idéias do governo. Apesar de tal apontamento não buscamos saber qual a postura do Estado frente ao Manifesto.

Foi nesse mesmo ano que a Igreja Católica fundou o Instituto de Ensino Superior Católico (ICES). Segundo Salem (1982, p.127) "o ICES pretendia se integrar no movimento internacional do renascimento filosófico católico e concomitantemente, servir com um modelo alternativo de organização universitária no Brasil. Em verdade, a demanda última era a de que o ensino superior se libertasse da tutela estatal para voltar a pertencer a Igreja".

Em 1933 ocorreu a instalação da Assembléia Nacional Constituinte e, em 1934 ocorreu a elaboração de uma constituição.

Em 1934 Gustavo Capanema assumiu o Ministério da Educação permanecendo por onze anos.

Gustavo Capanema em 1936, começou a organizar uma reforma que abrangeria todos os graus de ensino. Com o Golpe do Estado ocorrido em 10 de novembro de 1937 o

plano não foi votado, pois Getúlio Vargas (presidente da república nessa época) dissolveu o congresso. Foi no Estado Novo que Capanema começou a implementar reformas no ensino. A Reforma Capanema abrangeu todos os graus de ensino, mas atuou de forma mais enfática nos níveis médio e superior.

Com relação ao ensino superior a sua maior atuação foi a elaboração de um projeto que almejava construir uma Universidade que seria o modelo de todos os Institutos de Ensinos Superiores no Brasil.

A fala de Capanema evidência a audácia do projeto universitário:

"Uma universidade não é o que os espíritos simplistas imaginam: uma reunião material de diversas faculdades, ou mesmo, a articulação de diferentes faculdades esparsas, sob essa pomposa denominação, a fim de que continuem, isoladamente a fornecer diplomas para as profissões normais. Sem um plano de conjunto que vise a investigação, a pesquisa, o estudo, o conhecimento, a cultura, num ambiente propício e materialmente aparelhado para elevar os conhecimentos acima do nível comum e da simples missão de diplomar doutores, não se terá nunca uma universidade. Esta nasce- falo de modo genérico- para criar uma cultura realize direta, haurida no próprio meio, desenvolvida com os elementos que se fornece à livre expressão. Será o centro de preparo técnico, de aparelhamento de elite que vai dirigir a nação, resolver-lhes os problemas, preservar-lhe a saúde, facilitar-lhe o desdobramento e a circulação de riquezas, fortalecer a mentalidade do povo, engrandecer sua civilização" (Gustavo Capanema *apud* Schwartzman, 2000, p. 221).

A Universidade do Brasil foi organizada pela lei n°452, de 05 de julho de 1937.

O intuito de Capanema com esse projeto era construir uma Universidade padrão onde os currículos impostos para essa instituição seriam currículos obrigatórios para todos os demais cursos existentes em todo o país. Sendo assim concordamos com Schwartzman que aponta uma centralização do tipo napoleônica que permitia ao ministro da educação saber o que cada aluno estava estudando em cada escola do país em um dado momento.

Durante o ministério de Capanema "o conflito não era entre a educação pública e a privada, mas sim entre a educação leiga, proposta pelo Manifesto dos Pioneiros, e uma educação com conteúdo e orientação religiosa. Neste conflito, Capanema era propenso as aspirações da Igreja conservadora, seja por convicção, seja por fidelidade ao pacto que havia sido estabelecido entre a Igreja e o Estado Novo, inspirado por Francisco Campos" (Schwartzman, 2001, p.3). Porém, o fato de Capanema apoiar a Igreja dava a ela poderes perante a educação, poderes esses que parecia ao governo um obstáculo perigoso ao seu projeto nacionalista. Sendo assim durante o seu ministério foi preciso uma política de extrema habilidade que, atendendo aos seus propósitos, não ferisse a Igreja Católica.

Schwartzman fala que a posição do governo era particularmente difícil na área educacional, dado que o sistema privado era muito mais desenvolvido do que o oficial e o governo não teria meios ou condições de substituir o primeiro pelo segundo. E ainda diz que além disso, era exatamente com a Igreja Católica que Ministério da Educação contava para a tarefa de incutir nos alunos os valores éticos e morais que fariam de uma cultura nacional revigorada. E a Igreja Católica (responsável pela quase totalidade das escolas privadas do

país), via com receio a subordinação da educação ao Estado, propondo em seu lugar, a total liberdade de ensino e autoritarismo das escolas.

Havia também a nítida influência da Igreja Católica perante o projeto nacionalista podendo ser observada nas palavras de Schartzman (2000, p.234): "A Faculdade Nacional de Filosofia deveria ser criada sob tutela federal e estrito controle doutrinário da Igreja Católica". Acreditamos ser essa a razão pela qual a Igreja ainda não havia criado uma Universidade Católica. Essa influência só foi perdida quando ocorreu a contratação de professores para a Faculdade Nacional de Filosofia que eram contrários a ideologia da Igreja Católica. Esse é o momento em que há uma cisão entre a Igreja e o Estado.

Em outubro de 1940 o Conselho nacional de Educação vota a autorização prévia do funcionamento às Faculdades Católicas, nesse mesmo mês, Vargas assinava o Decreto n°6.409, que autorizava a instalação do curso de bacharelado da Faculdade de Direito e dos sete cursos da Faculdade de Filosofia (Salem, 1982, p.130).

Para finalizar esse capítulo faremos uma correção na apresentação cronológica da criação das Universidades Católicas apresentadas no V EBRAPEM. Segue a lista das Universidades Católicas a partir das suas datas de criação e não a partir das datas de criação das Faculdades e Institutos que originaram as Universidades Católicas: Rio de Janeiro(RJ) São Paulo (SP), Porto Alegre(RS), Recife (PE), Campinas (SP), Belo Horizonte(MG), Curitiba(PR), Goiânia (GO), Pelotas (RS), Salvador (BA), Santos (SP), Campo Grande (MS), Brasília (DF).

Bibliografia

AZEVEDO, F. *As Ciências no Brasil*. São Paulo. Melhoramentos. [19--].V.1

BARBOSA, V. O Pensamento Católico e a Universidade. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 1999.

BEOZZO, J.O. *Cristãos na Universidade e na Política*. Petrópolis: Vozes, 1984.

CASALI, *Elite Intelectual e Restauração da Igreja*. Petrópolis. Editora Vozes, 1995.

CUNHA, C. *Educação e Autoritarismo no Estado Novo*. São Paulo: Cortez, 1981.

FÁVERO, M.L.A. A Universidade do Brasil: um itinerário marcado de lutas. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n.10, p.16-32, jan-abr.1999.

FÁVERO, M.L.A. *A Universidade do Brasil: Das Origens Á Construção*. Rio de Janeiro. Editora UFRJ/Comped/Inep. 2000.v1.

FÁVERO, M.L.A. *A Universidade do Brasil: Guia Dos Dispositivos Legais*. Rio de Janeiro. Editora UFRJ/Comped/Inep. 2000.v1

FÁVERO, M.L.A. Faculdade Nacional de Filosofia. Rio de Janeiro. Editora UFRJ, 1989.v1, 2, 3, 4.

MANOEL, I.A. *Igreja e Educação Feminina* 1959-1919 (Uma Face do conservadoreismo). São Paulo: Editora UNESP, 1996.

MOURA, O. *Idéias Católicas no Brasil* (Direções do pensamento católico no Brasil no século XX). São Paulo. Editora Convívio, 1978.

CARLI, M. L. *Do Centro D. Vital à Universidade Católica*. In: Schartzman, Simon. Universidades e Instituições Científicas no Rio de Janeiro. Brasília, CNPq, 1982, p.97-134.

CARLOS, L.M. *Sugestões de base para uma estrutura geral de ação católica brasileira*. In: RFB, vol XII, 1952, p.34-40.

SOUSA, J.N. *Perspectivas Cristãs da Universidade*, vol 2, Salvador, 1986.

<http://www.puccamp.br/html>. Acesso em 29 de março de 2001.

Adriana de Bortoli

email: adribortoli@zipmail.com.br

O Ensino de Cálculo e as Atividades de Modelagem Matemática em Ambientes Informatizados

Mestranda: Adriana Helena Borssoi
Orientadora: Dra Lourdes Maria Werle de Almeida
Universidade Estadual de Londrina – UEL

1- Tema Da Pesquisa

O crescente interesse dos professores de Matemática do ensino superior pelas questões do ensino, tem aproximado-os muito da área de Educação Matemática. É crescente o número de pesquisas desenvolvidas tratando das questões de ensino e aprendizagem no ensino superior. Essas pesquisas têm se desenvolvido sob a luz de diferentes tendências. A exemplo, esse projeto tem como tema, a utilização da Modelagem Matemática como metodologia de ensino de Cálculo e o uso da tecnologia informatizada como suporte.

2- Formulação do Problema

Em vista do desenvolvimento tecnológico e das alterações nos paradigmas da sociedade, muito se tem discutido sobre o papel da educação frente a essas mudanças. Como se vem observando na literatura científica da área, cabe também à educação escolar em todos os níveis de ensino, a função de preparar indivíduos críticos, conscientes e integrados à sociedade. O ensino deve, portanto se dar ao sujeito, em ambientes nos quais a aprendizagem aconteça de forma significativa, em contato com as novas tecnologias, não perdendo a dimensão do desenvolvimento científico e tecnológico. No contexto da Matemática, a aprendizagem nesta perspectiva está vinculada a ações que caracterizam o "fazer matemática" nos quais o aluno tem oportunidade de experimentar, modelar, analisar situações e desenvolver um espírito crítico a respeito das soluções encontradas.

Conscientes de que para efetivar ações conforme o exposto é necessário repensar a prática pedagógica e, tendo uma especial preocupação com o ensino de Cálculo Diferencial e Integral, vimos colocar a seguinte problemática:

O uso da Modelagem Matemática e sua interação com as ferramentas computacionais hoje disponíveis constituem um ambiente favorável à aprendizagem dos estudantes?

Levando em consideração a complexidade desta questão, na delimitação do foco principal da investigação, formulamos algumas questões auxiliares. Além de favorecer a análise, essas questões possibilitam a articulação entre os pressupostos teóricos do estudo e os dados da realidade.

Assim, a fim de bem conduzir nosso trabalho, elaboramos algumas questões pertinentes:

1. Os cursos de Cálculo Diferencial e Integral como são conduzidos hoje, pela grande maioria dos docentes, correspondem às expectativas dos estudantes?

2. Modelagem Matemática: como vem sendo utilizada e quais e quais as suas perspectivas na Educação Matemática?

3. Modelagem Matemática e os ambientes informatizados: sua interação é viável? (fundamentação à luz da literatura na Educação Matemática).

4. Modelagem Matemática e tecnologias informáticas na sala de aula: como ensinar e aprender conteúdos de um curso de Cálculo nesse ambiente?

5. Como os alunos aprendem estes conteúdos e que sentido dão a esta aprendizagem quando se trabalha com Modelagem Matemática e tecnologias?

Assim, o objetivo principal do trabalho consiste em observar, descrever, comparar e compreender como se dá a aprendizagem de um determinado conteúdo de Cálculo Diferencial e Integral num ambiente com Modelagem Matemática e o uso de tecnologia informática.

3- Justificativa

A opção de trabalhar com a problemática do ensino de Cálculo vem de uma preocupação que não é recente; antes, enquanto acadêmica do curso de Matemática e depois enquanto professora dessa disciplina. A principal angústia está relacionada às dificuldades de aprendizagem que transparecem nos estudantes, não tanto das técnicas, mas num sentido mais amplo, de produção de significados e compreensão dos conceitos.

A literatura mostra que tais dificuldades são generalizadas, ou seja, ocorrem na maioria das instituições (para não dizer em todas). Conseqüência disso são os diversos problemas relacionados à disciplina, dentre eles o alto índice de reprovação e de desistência. E não se pode deixar de lembrar que dentre os estudantes que conseguem aprovação, poucos demonstram uma aprendizagem efetiva dos conteúdos de Cálculo, já que saber aplicar técnicas não significa necessariamente ter compreendido o conteúdo.

Levando em consideração este panorama, o nosso trabalho se encaminha na direção da busca de uma metodologia alternativa para as aulas de Cálculo. Cientes dos problemas, que a própria prática em sala de aula vem nos colocando, acreditamos que as inovações pedagógicas podem viabilizar mudanças no quadro atual, proporcionando ao aluno uma aprendizagem mais significativa. Segundo Moreira (1999), a aprendizagem significativa é o conceito central da teoria de Ausubel, que caracteriza esta como um processo através do qual uma nova informação se relaciona com um aspecto especificamente relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Deste modo, é importante que se possa desenvolver na sala de aula, atividades que contribuam para o desenvolvimento desta relação.

A ênfase do nosso estudo estará na utilização da Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino e aprendizagem em Cálculo. No entanto, o enfoque relativo ao uso das ferramentas computacionais é adequado, ou mais, se faz necessário, tendo em vista que constitui um instrumento poderoso para viabilizar o trabalho de modelagem em sala de aula.

Deste modo, acreditamos que a integração entre Modelagem Matemática e Informática propicia um ambiente favorável para desencadear o processo de aprendizagem de conteúdos de um curso de Cálculo Diferencial e Integral.

4- Referencial Teórico

Com a ascensão das diversas tendências em Educação Matemática, tem aumentado o número de profissionais da educação preocupados em buscar metodologias alternativas na busca de superar os problemas do ensino de Cálculo.

Podemos encontrar diversos trabalhos na literatura, especialmente na última década, cujo estudo está relacionado com os problemas existentes na área. Como alguns exemplos, tem-se, no Brasil: Araújo (2002), Barbosa (2001), Villarreal (1999), Sad (1998), Biembengut (1997) e Franchi (1993).

Várias são as tendências e metodologias hoje objeto de pesquisa em Educação Matemática. Neste trabalho, investigamos a Modelagem Matemática e a sua interação com os recursos computacionais hoje disponíveis como uma expectativa de mudança. Neste contexto, reportamo-nos à fala de Araújo (2002) que afirma, "... na revisão bibliográfica, encontrei pesquisadores trabalhando com informática e Modelagem Matemática no ensino de Cálculo, afirmando que a inserção dessas duas práticas pedagógicas em aula de matemática leva o aluno a encontrar algum tipo de sentido para o conteúdo estudado."

Observa-se que não é incomum a utilização de tecnologias, principalmente de ferramentas computacionais, dando suporte às aulas. Neste contexto, Skovsmose (2001) chama atenção para o fato de que associados a esta prática estão questões como: "como usar uma tecnologia para facilitar o acesso às idéias matemáticas?", "como usar computadores a serviço da Educação Matemática?".

Nesta perspectiva, Gravina e Santarosa (1998) vêm dando algumas contribuições no sentido de analisar a influência de ambientes informatizados sobre o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

O que se percebe na literatura é quase um apelo à inserção das novas tecnologias no ensino de matemática com a perspectiva de auxiliar na produção de conhecimentos (Borba, Penteado, 1999). No entanto, se alguma mudança de paradigma para a educação é vislumbrada, é preciso ser crítico e cuidadoso no processo de inserção dos recursos de informática. Por si só, o uso do computador não garante melhorias. É preciso que este uso esteja em consonância com a construção matemática do aluno.

È neste contexto que o nosso trabalho, calcado nas concepções e perspectivas da Educação Matemática, busca uma interação apropriada entre a Modelagem Matemática e os ambientes informatizados, visando proporcionar ao estudante o desenvolvimento do saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania, uma vez, que é papel da educação escolar preparar os estudantes para atuarem na sociedade informatizada.

Tendo em vista que a utilização da informática como recurso no processo de ensino e aprendizagem é uma realidade, senão uma necessidade, a questão não é usar ou não a informática, mas sim como fazer para utilizar.

"Desenvolver o raciocínio ou possibilitar situações de resolução de problemas. Essa certamente é a razão mais nobre e irrefutável do uso do computador na educação. Quem não quer promover o desenvolvimento do poder de pensamento do aluno? No entanto, isso é fácil de ser falado e difícil de ser conseguido...". (Valente, 1993: 28).

A utilização da Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino e aprendizagem, pôr sua vez, faz com que o aluno saia da posição passiva, onde apenas recebe

informações e torna-se um sujeito ativo e participante, que desenvolve a sociabilidade e a co-responsabilidade. Por outro lado, segundo D'Ambrósio (2002), o ciclo de aquisição do conhecimento é deflagrado á partir de fatos da realidade e a Modelagem Matemática em sala de aula viabiliza esta interação da matemática escolar com aquela presente fora do ambiente da sala de aula.

5- Metodologia

Levando em consideração a problemática que pretendemos investigar, optamos pela metodologia de pesquisa qualitativa. O desenvolvimento do trabalho se dará parte no campo teórico, no qual buscaremos situar nossa investigação, definindo alguns termos dentro da perspectiva que os pensamos; e parte será desenvolvida com um trabalho de campo com o qual se pretende obter elementos que auxiliem na busca da resposta da questão diretriz dessa pesquisa.

A pesquisa teórica deverá acontecer paralelamente ao trabalho de coleta de dados, já que se pretende iniciar a análise dos dados durante o desenvolvimento da investigação. Segundo Lüdke e André (1986):

"Desde o início do estudo, no entanto, nós fazemos uso de procedimentos analíticos quando procuramos verificar a pertinência das questões selecionadas frente às características específicas da situação estudada. Tomamos então, várias decisões sobre áreas que necessitam de maior exploração, aspectos que devem ser enfatizados, outros que podem ser eliminados e novas direções a serem tomadas. Essas escolhas são feitas a partir de um confronto entre os princípios teóricos do estudo e o que vai sendo "aprendido" durante a pesquisa, num movimento constante que perdura até a fase final do relatório".

A pesquisa de campo compreende de duas etapas. A primeira de uma investigação junto a alunos que já estudaram Cálculo, mais especificamente, equações diferenciais, com intuito de perceber, o que de significativo ficou desse conteúdo. Pretendemos realizar essa investigação através de questionários e/ou entrevistas semi-estruturadas.

A segunda etapa consiste primeiramente, na elaboração e aplicação de uma proposta de ensino na perspectiva da Modelagem Matemática em um ambiente informatizado. Essa proposta será aplicada com uma turma regular de Cálculo Diferencial e Integral II do curso de Química da UEL. O conteúdo específico a ser abordado é as Equações Diferenciais Ordinárias. As aulas se darão em dois ambientes: a sala de aula e o laboratório de informática. As aulas serão filmadas/gravadas, a fim de que as mesmas estejam registradas e de onde possamos extrair dados para nossa pesquisa.

Quanto aos softwares, a proposta inicial é de utilizar o Modellus, o Stella, o Curve e o Maple. Os três primeiros, com recursos de simulação e ajuste de curvas, para auxiliar no processo de análise de dados e obtenção dos modelos matemáticos. O último auxiliar na resolução do modelo e suas representações gráficas.

A análise dos resultados estará fundamentada:

Na análise das atividades desenvolvidas com os alunos.

Como estas atividades serão filmadas e (ou) gravadas e acompanhadas pelo professor orientador deste trabalho, temos possibilidades de observá-las e usá-las como objeto de

análise visando investigar as questões propostas inicialmente. Parte das atividades serão desenvolvidas em grupos, pois, como já observamos em nossa fundamentação teórica, Modelagem Matemática é uma estratégia muito favorável para desenvolver a sociabilidade e o "aprender com os outros". Nossa investigação se dará com uma turma regular, para que possamos estar inseridos numa situação real de sala de aula.

Na análise das aulas de laboratório.

Essas atividades, como aquelas da sala de aula, também serão filmadas. Deste modo observações sobre o comportamento do aluno, o seu envolvimento com as ferramentas computacionais e a compreensão dos conteúdos podem ser complementadas na análise desta atividade.

Na análise dos resultados da avaliação.

Esta avaliação é relativa ao conteúdo matemático abordado com as atividades. Os alunos farão apresentações na sala de aula para os colegas sobre seus trabalhos desenvolvidos em grupo. Esta é uma oportunidade de observar se houve compreensão do conteúdo. No entanto uma avaliação escrita com questões voltadas à compreensão dos conceitos e a apresentação de situações problema onde o aluno deve reconhecer e usar os conteúdos trabalhados com a modelagem também estão previstas. Por se tratar de uma proposta diferenciada de ensino, acreditamos que a avaliação também deva ser diferenciada, permitindo uma análise qualitativa.

Em uma investigação com os alunos sobre a metodologia usada.

A finalidade desta é ouvir os alunos envolvidos na atividade para conhecer a sua opinião com relação a influência de atividades de Modelagem Matemática vinculadas ao uso de tecnologias sobre o processo de aprendizagem em aulas de Cálculo.

Além disso, a análise final também deve englobar posições pessoais, que apoiadas na fundamentação teórica do trabalho, devem refletir a resposta obtida para inquietações que motivaram a pesquisa centrada na pergunta diretriz.

Bibliografia

ARAÚJO, Jussara de Loiola (2002). *Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos.* Rio Claro: UNESP. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – IGCE, UNESP.

BARBOSA, Jonei Cerqueira (2001). *Modelagem Matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores.* Rio Claro: UNESP. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – IGCE, UNESP.

BIEMBENGUT, Maria Salett (1997) *Qualidade no ensino de matemática na engenharia: uma proposta metodológica e curricular.* Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina,230p.

BORBA, Marcelo de Carvalho e PENTEADO, Miriam Godoy (2001). *Informática e Educação Matemática.* Editora Autêntica, Belo Horizonte.

BORBA, Marcelo de Carvalho (1999). *Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e reorganização do pensamento.* In: Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. Organizadora: Maria A. V. Bicudo, Editora UNESP, pp 285-295.

D'AMBROSIO, U. (2002) A matemática nas escolas, *Educação Matemática em Revista,* Ano 9,N11, pp 29-33.

BRANCHI, (1993). *A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do cálculo nos cursos de engenharia.* Dissertação de mestrado, UNESP, Rio Claro, 149p.

GRAVINA, N.A.; SANTAROSA, L.M. (1998). *A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados.* Anais eletrônicos do IV RIBIE – Congresso da Rede Iberoamericana de Informática Educativa, Brasília.

PENTEADO, Miriam G. (1999). *Novos atores, novos cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente.* In: Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. Organizadora: Maria A. V. Bicudo, Editora UNESP, pp 297-313.

MOREIRA, Marco Antônio (1999). *Teorias de Aprendizagem.* EPU, São Paulo.

SAD, Ligia Arantes. (1998). *Cálculo Diferencial e Integral: Uma Abordagem Epistemológica de alguns aspectos.* Rio Claro: UNESP. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – IGCE, UNESP.

SKOVSMOSE, Ole (2001) *Educação Matemática Crítica.* Editora Papirus, Campinas, São Paulo.

VALENTE, José Armando (1993). *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação.* UNICAMP/NIED, Campinas, São Paulo.

VILLAREAL, Mônica Éster (1998). *O Pensamento Matemático de Estudantes de universitários de Cálculo e Tecnologias Informáticas.* Rio Claro: UNESP, 1997. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – IGCE, UNESP.

A Gênese da Noção de Integral

Aluno: Aguinaldo H. de Oliveira
Orientador: Prof. Benedito Antonio da Silva
Instituição: PUC-SP

Introdução

No ensino fundamental e médio, eu sempre gostei de Matemática e Física. Entrei para o curso de Licenciatura em Matemática, tarde, aos 31 anos. Depois de formado, fiz o curso de especialização em Matemática no IMEUSP. Comecei a dar aulas em 2000 na Rede Pública de Ensino do Estado de SP e depois na Escola Técnica Federal (CEFET). Hoje dou aulas na Fatec. Sempre preocupado com as questões do ensino da matemática, decidi fazer o curso de mestrado em Educação Matemática da PUC. A parte da matemática que mais me atrai é a análise por causa das suas inúmeras aplicações na Física. O meu objetivo profissional imediato é ser professor de Cálculo Diferencial e Integral. Por isso, faço parte de um grupo de pesquisa para estudar aspectos epistemológicos da integral, bem como os referentes ao seu ensino.

Problemática:

Tentarei aqui dar os primeiros passos para definição do problema de pesquisa. Pergunta: como se desenvolveu a noção de integral epistemologicamente e didaticamente? Problema: como os livros de Cálculo abordam o conceito de integral? Procurarei responder esta pergunta usando como quadro teórico as concepções processuais e estruturais desenvolvidas pela pesquisadora Anna Sfard. 3

Metodologia:

Escolhi dois livros de cálculo para serem analisados: "Calculus" de Michael Spivak e "Cálculo" de James Stewart. O primeiro é considerado, por alguns estudiosos da área de Matemática, um dos melhores livros de cálculo já escrito. Ele pode ser classificado como uma ponte entre o Cálculo e a Análise. Nele, o autor "conversa" com o leitor. Já o segundo, é um livro moderno que incorpora as novas tecnologias de informática no ensino-aprendizagem. Está sendo adotado em alguns cursos da PUC e em várias outras universidades. Gostaria de justificar, ainda, a minha escolha pelo livro do Spivak com uma frase que eu peguei na internet: "Charming' is a word that seldom comes to the mind of a science reviewer, but if he is charmed by a treatise, why not say so? I am charmed by this book."

Bibliografia

ÁVILA, G. Evolução dos conceitos científicos de função e integral. *Matemática Universitária*, Rio de Janeiro, n. 1, p. 14-46, jun. 1985.

BOOTH, W. C.; COLOMB, G. G.; WILLIAMS, J. M. *A arte da pesquisa*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

KIERAN, C. A aprendizagem e o ensino da álgebra escolar. In: ----- *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Montreal: [s.n.], 1992. cap. 17.

SPIVAK, M. *Calculus*. London: W.A.Benjamin, 1965.

STEWART, J. *Cálculo*. 4. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2002

Um Estudo Diagnóstico do Processo Ensino-Aprendizagem, Cosiderando o Cálculo e a Precisão de Medidas

Ailton Martins dos Santos
Prof. Dr. Saddo Ag Almouloud
PUC/SP

Tema: Mensuraçâo, Algarismos Significativos e Notação Científica

Justificativa

O objetivo do presente trabalho foi analisar como se processa o ensino-aprendizagem sobre o objeto "Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica" por alunos da 3ª série do Ensino Médio, tendo em vista as orientações relativas à transversalidade e a interdisciplinaridade que os Parâmetros Curriculares Nacionais propõem para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Pois, preliminarmente, através de nossa experiência em sala de aula, foi possível observar que existe problema de ensino-aprendizagem relacionado à falta de evidência desse conteúdo nos planos de ensino das Escolas e das propostas didáticas.

Atualmente, os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN – preceituam que, na vida em sociedade, as grandezas e as medidas estão presentes em quase todas as atividades realizadas. Desse modo, desempenham papel importante no currículo, pois mostram claramente ao aluno a utilidade do conhecimento matemático no cotidiano.

Em nossa atuação acadêmica de cerca de duas décadas de docência no Ensino Fundamental, Médio e Superior, pudemos observar que os estudantes do Ensino Fundamental e médio não tiveram acesso a conteúdos básicos e elementares de matemática e técnica experimental dentro do campo da mensuração e do cálculo envolvendo situações-problema, vindo tais conteúdos a constituírem-se em dificuldades ao desenvolvimento de conteúdos mais aprofundados em nível superior.

A percepção dessa lacuna levou-nos a desenvolver o presente trabalho com o objetivo de comprovar, cientificamente, se os alunos do Ensino Médio têm ou não domínio desses conteúdos básicos e elementares. Centramos nossa pesquisa nos seguintes tópicos: a história da origem dos algarismos, os algarismos significativos, estudo histórico e epistemológico sobre medidas, mensuração – precisão de medidas, algarismos significativos e notação científica.

Problema da Pesquisa

Ao analisarmos o objeto matemático "Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica", pudemos constatar, conforme nosso estudo preliminar, que se trata de um conteúdo ausente dos planos de ensino em geral, assim como da maioria dos livros didáticos analisados.

Portanto, um dos desafios para o ensino-aprendizagem desse conteúdo seria o de como conduzir os profissionais da educação, dentre os quais professores, coordenadores pedagógicos e supervisores de ensino, das escolas públicas e particulares, bem como autores

de livros didáticos, a programarem ou a exigirem que se programe esse conteúdo, respectivamente, nos planos de ensino dessas escolas e nas propostas didáticas.

O exame que fizemos da questão do ensino-aprendizagem do objeto de estudo permite-nos expor uma questão que consideramos básica para iniciar uma reflexão sobre o assunto: qual a origem das dificuldades que os alunos têm em resolver problemas relacionados a esse conteúdo?

Objetivando responder a essa questão, aplicamos três testes diagnósticos com alunos que estavam cursando a terceira série do Ensino Médio de uma escola particular. O primeiro teste compunha-se de duas partes, (a) e (b).

Na parte (a), os exercícios aplicados tiveram por objetivo fornecer para a análise das habilidades técnicas dos alunos no campo experimental através da efetuação de medidas de perímetro e diâmetro de três arcos de circunferências.

A parte (b) compunha-se de oito questões, versando sobre o cálculo da razão entre perímetro e diâmetro, a construção do gráfico da função linear f, definida por P = f(D), e algumas respostas no campo teórico.

Os testes 2 e 3, elaborados, respectivamente, com cinco questões subjetivas e cinco questões objetivas. Nesses testes, objetivamos avaliar o conhecimento dos alunos quanto ao objeto matemático "Algarismos Significativos e Notação Científica".

Conforme pudemos constatar, mediante nosso estudo preliminar, pesquisas e experiências docente, parte dos alunos não têm uma concepção do que seja "Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica", motivada pela falta de aplicação desse conteúdo no Ensino Fundamental e no Ensino Médio.

Então, a solução para a problemática está nos procedimentos que podemos adotar para resolver o seguinte questionamento: Quais as dificuldades que surgem para os alunos quando o professor de Matemática busca realizar um trabalho interdisciplinar? Especificamente falando, quais as dificuldades que os alunos terão em resolver problemas relacionados com o conteúdo "Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica?" Que alternativas pedagógicas poderiam ser propostas para reduzir essas dificuldades?

Em resposta a essa questão, e com base em nossas pesquisas e experiências em sala de aula, julgamos necessário integrar nas situações-problema:

a) o conhecimento histórico dos algarismos, objetivando saber a origem dos mesmos. A compreensão de e a distinção entre, número dimensional e número adimensional.

b) o estudo sobre as primeiras medições, sobre as unidades de medidas padrões, sobre as unidades de medidas usuais e sobre como operar com as unidades de medidas, sem interromper a seqüência correta de aproximação.

c) a expressão de qualquer número que represente uma medida, considerada grande (por exemplo, a velocidade da luz no vácuo – 300000000 m/s) ou pequena (por exemplo, a massa do elétron – 0,00000000000000000000000000000911 kg), em notação científica, considerando os algarismos significativos. Isso permite aos alunos operar com essas representações ou exprimir as respostas de problemas fundamentais na mensuração com arredondamento final e uma operação e passem a expressar, com segurança, uma medida em ordem de grandeza.

Referencial Teórico

Segundo Almouloud, S.A (1997: 14), com a noção da "mudança de ponto de vista", introduzida na didática da Matemática por Régine Doudy (1986), é possível diferenciar os domínios de funcionamento de um mesmo saber matemático. Dessa forma, o objeto matemático "Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica" pode ser analisado de três pontos de vista: experimental, analítico e gráfico. Em cada um desses pontos de vista, dispomos de registros para representar o conceito matemático.

Entretanto, através da noção de "registro de representação", introduzida por Raymund Duval, podemos fazer um estudo das representações do objeto matemático referenciado sobre o ensino-aprendizagem, pois o registro é uma maneira típica de representar um objeto matemático ou um problema ou uma técnica. A noção de registro refere-se ao domínio dos sinais que sevem para designar qualquer coisa (por exemplo, os desenhos dos círculos constantes do teste 1, medidos pelos alunos, representam apenas a dimensão dos perímetros e dos diâmetros, mas não os perímetros e os diâmetros dos arcos).

Segundo R. Duval (CEMA. V. III, p. 17), "um objeto matemático não deve ser confundido com a representação que se faz dele, é o objeto representado que é importante e não a forma sob a qual é representado". Portanto, a variedade dos registros de representação semiótica constitui-se num dos fatores fundamentais ao ensino da matemática.

Segundo Damm, R.F et al (1999: 143), Duval diz que "... as representações (semióticas) não são somente necessárias para fins de comunicação, elas são igualmente essenciais para as atividades cognitivas do pensamento". Duval chama "semiósis a apreensão ou a produção de uma representação semiótica e noésis a apreensão conceitual de um objeto".

Para que ocorra a apreensão de um objeto matemático, é necessário que a noésis (conceituação) ocorra através de significados semiósis (representações). Portanto, a apreensão conceitual dos objetos matemáticos somente será possível com a coordenação, pelo sujeito que aprende, de vários registros de representação. Ou melhor, quanto maior for a mobilidade com registros de representação diferentes do mesmo objeto matemático, maior será a possibilidade de apreensão desse objeto.

Segundo Duval, há três atividades cognitivas fundamentais ligadas à semiósis, ou seja, para que um sistema semiótico seja um registro de representação é necessário (a):

-a formação de uma representação identificável. Para que ocorra, é necessária uma seleção de características e de dados co conteúdo a ser representado e isso depende de regras, que asseguram o reconhecimento das representações e a possibilidade de sua utilização para tratamento. São regras estabelecidas, não sendo de competência do sujeito cria-las, mas sim usa-las para reconhecer as representações. Por exemplo, podemos tomar o sistema hindu-arábico, em que a escrita de numeração decimal envolve duas regras básicas, o sistema posicional e a base dez, que são essenciais para a construção das operações fundamentais.

-o tratamento de uma representação é a transformação dessa representação no próprio registro na qual ela foi formulada, sendo o tratamento uma transformação interna ao registro. Em cada registro, o tratamento exige a compreensão das regras do sistema posicional e da base dez. Os tratamentos são ligados à forma, e não ao conteúdo do objeto matemático.

Exemplificando, podemos citar a adição dos números racionais, abaixo:

1a) $0{,}1 + 0{,}1 + 0{,}1 = 0{,}3$ (representação decimal, envolvendo um tratamento decimal).

1b) $\frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = \frac{3}{10}$ (representação fracionária, envolvendo um tratamento fracionário).

2a) $0{,}0443 \times 2 = 0{,}0443 = 0{,}0886$ (representação decimal, envolvendo um tratamento decimal).

2b) $4{,}43 \times 10^{-2} + 4{,}43 \times 10^{-2} = 8{,}86 \times 10^{-2}$ (representação em notação científica, envolvendo um tratamento científico).

Demonstramos representações diferentes envolvendo tratamentos completamente diferentes para os mesmos objetos matemáticos, isto é,

$$\mathbf{0{,}3 = \frac{3}{10}} \text{ e } \mathbf{0{,}0866 = 8{,}86 \times 10^{-2}}.$$

A conversão de uma apresentação é a transformação dessa apresentação em uma representação em outro registro, conservando ou a totalidade ou uma parte do objeto matemático em questão ocorrendo entre registros diferentes, a conversão é, portanto, um passo fundamental no trabalho com representações semióticas.

Em suma, torna-se importante entender a coordenação dos registros de representações, ou seja, a noésis. Após a apropriação de vários registros de representação, o sujeito consegue coordená-los e, através dessa coordenação, estabelecer uma apreensão do objeto matemático envolvido.

Coordenação Entre Registros de Representação

Em resposta à necessidade da diversificação de registros de representação, Duval propõe seguirmos três posições:

1) Custos de tratamento e funcionamento de cada registro.

Duval afirma que a existência de muitos registros permite a troca de registros, e essa troca tem por objetivo efetuar tratamentos de forma mais econômica e poderosa.

2) Limitações representativas específicas de cada registro, envolvendo a comparação entre diferentes modos de representação, e a necessidade da complementaridade de registros.

Essa complementaridade entre registros de representação escolhidos para representar um objeto é que acaba exigindo do professor o trabalho com várias representações de um mesmo objeto.

3) A conceitualização implica uma coordenação de registros de representação. Essa é a condição fundamental para a compreensão. Podemos observar, em diferentes níveis da aprendizagem, um "fechamento" de registro de representação junto aos alunos, isto acontecendo em todas as etapas do currículo. Mudar a forma de representação (converter uma representação = mudar de registro) mostra-se uma operação difícil e, muitas vezes, impossível para muitos alunos em diferentes níveis de ensino.

Um aspecto importante desse fenômeno de "fechamento" é a não congruência entre uma representação a converter e a representação correspondente do registro escolhido.

Concluindo, para fazer uma análise cognitiva, em termos de registros, de atividades matemáticas em termos de registros, inicialmente devemos ter clara a distinção fundamental entre:

- tratamento: transformação de uma representação ficando no interior de um mesmo registro.

- conversão: transformação de uma representação mudando de registro.

Em segundo lugar, as conseqüências dessa distinção seriam:

- a necessidade de verificar os tratamentos específicos relativos a cada registro, sem misturá-los com os tratamentos próprios de outro registro.

- O estudo de graus de congruência ou não congruência durante a conversão das representações.

Então, é levando simultaneamente em conta dois registros de representação que podemos constatar a importância das representações semióticas nas atividades cognitivas matemáticas. Assim, é durante a passagem de um registro de representação a outro que podemos observar a importância da forma das representações.

Concluindo, a nossa referencial teórica está relacionada com a mudança de registros pertinentes à(s): transformação de unidades de medidas, representação de resultados de operações, regras impostas para se aplicar à aproximação, grandezas fundamentais, números decimais, grandezas derivadas das fundamentais, e números expressos em notação científica, tendo em vista o objeto matemático "Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica".

Metodologia para validar ou invalidar as hipóteses

Com o propósito de provar as hipóteses e responder a nossa questão de pesquisa, elaboramos uma seqüência didática envolvendo os tópicos que julgamos ser de maior importância para o desenvolvimento do ensino-aprendizagem sobre o objeto "Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica".

Como, no transcorrer de nossa pesquisa, não encontramos um trabalho ou proposta didática cujo objetivo fosse proporcionar a aplicação e o desenvolvimento de um estudo seqüencial sobre o objeto de pesquisa, elaboramos um texto, o qual denominamos proposta metodológica, com a finalidade de suprir essa lacuna. Então, inserimos nesse texto os conteúdos referentes ao objeto matemático, bem como outras atividades pertinentes à sua aprendizagem.

No dia 20 de outubro de 2001, no período vespertino, aplicamos um pós-teste e contamos com 12 presenças, o que resultou em um percentual de 75% de comparecimentos. Corrigimos o pós-teste logo após a sua conclusão e, em seguida, resolvemos todas as questões na lousa. De modo geral, demonstramos o rendimento quanto ao desempenho, esclarecemos alguns fatores geradores de dificuldades e finalizamos elogiando os pontos positivos.

Dessa forma, pudemos fazer uma análise a posteriori e proceder à validação das hipóteses, tendo em vista a confrontação elaborada das análises a priori e a posteriori.

Conclusão

No presente trabalho, verificamos que o objeto de pesquisa "Mensuração, Algarismos Significativos e Notação Científica" está evidenciado nos Parâmetros Curriculares Nacionais por se tratar de um conteúdo importante para o estudo das grandezas e medidas e que o mesmo deve ser incluído em todos os ciclos do Ensino Fundamental e, como estudo seqüencial, em todas as séries do Ensino Médio.

Com relação a outros setores da educação que pesquisamos, por exemplo, Coordenadorias de Estudos e Normas Pedagógicas, SE/CENP, propostas curriculares de Matemática para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, planos de ensino escolar e propostas didáticas, não constatamos recomendação específica para o ensino-aprendizagem sobre o nosso objeto de pesquisa.

Portanto, na análise a priori dos testes diagnósticos aplicados a alunos da 3ª série do Ensino Médio do Colégio Lázaro Silva, da cidade de Auriflama, região Oeste do estado de São Paulo, afirmamos que os mesmos talvez pudessem ter dificuldades relacionadas ao conhecimento sobre o objeto de estudo. Através da análise a posteriori, pudemos verificar tais dificuldades, pois, nos três testes aplicados, envolvendo o conteúdo citado, o percentual geral de acertos alcançou apenas 10,5%.

Para fundamentar as nossas análises, valemo-nos de o trabalho sobre os registros de representações semióticas do Psicólogo Raymond Duval e das orientações relativas à transversalidade e à interdisciplinaridade previstas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, considerando o ponto de vista de que o objeto de pesquisa não está sendo trabalhado.

Então, como o estudo preliminar mostrou que a falta de conhecimento dos alunos podia estar relacionada com o ensino-aprendizagem, elaboramos a seqüência didática, desenvolvemos um estudo sobre os conteúdos e, em seguida, aplicamos um pós-teste, no dia 20 de outubro de 2001.

Durante a aplicação da seqüência didática, pudemos observar que doze alunos freqüentaram normalmente as aulas de acordo com o calendário. Assim, o índice percentual de presença manteve-se no patamar de 75% a 85% contudo, podemos considerar excelente o interesse desses alunos quanto ao estudo das atividades desenvolvidas, pois, na mensuração, usaram adequadamente o instrumento medidor, aplicaram as aproximações de acordo com as escalas de medidas, consideraram os algarismos significativos, efetuaram corretamente as operações, expressaram os resultados com um só algarismo duvidoso e trabalharam com a notação científica.

A maioria dos alunos, talvez por estar interessada pelo nosso objeto de pesquisa, fez questão de que refizéssemos o estudo dos conteúdos e a resolução dos testes aplicados nas pesquisas anteriores (priori e posteriori). Entretanto, a falta de interesse na realização de atividade extraclasse, o desenvolvimento do hábito de pensar e a espera do professor para resolver os tópicos mais importantes, por parte da minoria dos alunos, 25%, bem como o interstício extenso de tempo entre os dias de aulas e o objeto de pesquisa não estar incidido nos planos de ensino da Escola, são alguns dos fatores que possam ter dificultado, em parte, o nosso trabalho, mas que talvez sejam inevitáveis quando enfatizamos o processo de ensino-aprendizagem.

Com o resultado do pós-teste, verificamos que o aumento do índice de acertos atingiu 67,9%. Tomando como referencial a análise dos testes (1, 2 e 3) da pesquisa a posteriori

(78,4% contra 10,5%), então, talvez possamos dizer que os objetivos traçados para a aplicação da seqüência didática foram alcançados.

Concluindo, o presente trabalho demonstrou que, em várias situações-problema, apresentamos definições matemáticas envolvendo o objeto "mensuração, algarismos significativos e notação científica", capaz de validar as nossas hipóteses. Demonstramos, através das análises de pesquisas, da seqüência didática e da aplicação do pós-teste, que esse objeto de pesquisa existe e é recomendado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para ser aplicado aos níveis de ensino Fundamental e Médio, tornando-se necessária a sua programação nos planos de ensinos das Escolas, bem como nas propostas didáticas.

Bibliografia

ALMOULOUD, S.A. CEMA (*Caderno de Educação Matemática*). v. II. São Paulo: PUC, 1995.

ALMOULOUD, S.A. Fundamentos da Didática da Matemática e Metodologia de Pesquisa, CEMA (*Caderno de Educação Matemática*). v. III. 2.ed. São Paulo: PUC, 1997.

DAMM, R. F. In Machado, S.D.A. et al. *Educação Matemática: uma introdução*. São Paulo: EDUC, 1999.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (5ª A 8ª SÉRIES). Matemática/Secretaria de Educação Fundamental. 1. Título. Brasília: MEC/SEF, 1998.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS. Ensino Médio/Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC/SEF, 1998.

Semelhança De Figuras Planas: Uma Visão Interdisciplinar

Alexsandra Camara Maciel
Orientador: Prof. Dr. Saddo Ag Almouloud.
PUC - SP

Introdução

Apresentaremos neste artigo uma síntese da pesquisa, que está em início de realização, de minha dissertação para a obtenção do título de mestre pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. O que nos motiva a apresentá-lo no EBRAPEM é o desejo de promover o debate em torno do aspecto interdisciplinar da Educação Matemática em nosso país.

Durante os encontros realizados nos cursos do mestrado constatamos e analisamos os resultados de pesquisas que verificaram o baixo desempenho dos alunos em geometria e a dificuldade que os professores apresentam em trabalhar com estes conteúdos. O fato de que a Geometria vem sendo, de uma maneira geral, negligenciada em nosso sistema educacional motivou-nos ainda mais ao estudo dos fatores que influenciam no processo ensino-aprendizagem dos conceitos geométricos.

Através de artigos e dissertações escritos por pesquisadores em Educação Matemática

(Haruna 2000, Sanchez 1991) percebemos que, dentre outros, o conteúdo de semelhança demonstra causar dificuldade entre os alunos. Verificamos na prática de ensino e na maioria dos livros didáticos observados que a introdução do conceito de semelhança é realizada por meio de uma definição direta e informal, resultando em simples memorização, em procedimentos mecânicos e consequentemente a não compreensão por parte dos alunos.

Acreditamos que muitas dificuldades ocorram devido ao prematuro formalismo existente, sendo portanto necessário resgatar o caráter dinâmico e útil do conceito, por meio de uma abordagem que permita ao aluno compreender o conceito de semelhança.

Desta forma procuraremos neste trabalho investigar que resultados podem ser obtidos por uma seqüência de ensino que trabalhe em uma visão interdisciplinar do conceito de semelhança de figuras planas. O nosso objetivo é de organizar uma seqüência didática conveniente que leve o aluno a construir o conceito de semelhança, elaborando situações que abordem aspectos interdisciplinares, trabalhando com as mudanças de diferentes representações geométricas, algébricas e aritméticas, utilizando também um ambiente computacional como uma das ferramentas de ensino. Pretendemos trabalhar com alunos da 8ª série do ensino fundamental, que ainda não estudaram o conceito, a fim de verificar a possibilidade de uma aprendizagem significativa.

Problemática

No ensino atual, muitas vezes para o aluno, o conceito de semelhança surge como conteúdo sem sentido, uma vez que geralmente é introduzido sem nenhuma ligação com a vida cotidiana, mesmo sendo o conceito de semelhança um dos conteúdos que permitem compreender e interpretar fenômenos naturais.

O objetivo do nosso estudo é verificar as dificuldades enfrentadas na formação e desenvolvimento do conceito de semelhança em alunos da 8ª série do ensino fundamental e produzir uma seqüência de ensino que proporcione ao aluno

a apreensão do conceito de semelhança, integrando este com o conteúdo de Óptica Geométrica a fim de que haja um aprendizado mais significativo.

Pretendemos fazer com que nossa seqüência permita ao aluno a construção do conceito, ficando distante de situações que propiciem uma memorização de algoritmos, situações estas que muito prejudicam o desenvolvimento da aprendizagem.

As considerações relacionadas até então levaram-nos a uma série de questionamentos:

* A aquisição do conteúdo de semelhança pode ser feita somente com exemplos abstratos?

* Os professores estão cientes sobre a importância da utilização de situações cotidianas do mundo físico no estudo de semelhança?

* Como é abordado este conteúdo nos livros didáticos?

* O processo ensino aprendizagem que coloca o aluno em uma posição passiva, estaria influenciando o aprendizado?

* Qual seria a importância de experiências empíricas por parte dos alunos na construção de conceitos matemáticos?

* Será que um ambiente informatizado auxilia no processo ensino-aprendizagem da Geometria, permitindo ao aluno uma melhor compreensão de suas relações e propriedades?

Considerações Teóricas e Metodológicas

Na proposta esboçada nos PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) a Matemática integra a área das Ciências Naturais e Tecnologia assumindo um caracter mais amplo, a ênfase está na formação mais geral do indivíduo. A sugestão é de que os conteúdos devam ser trabalhados em conexão com outros conteúdos e não apenas um estudo em função de uma seqüência linear. Esta conexão não deve ser realizada somente no campo da Matemática, mas também se deve considerar conteúdos de outras áreas, tais como: Artes, Educação Física, Ciências, Geografia e Física.

Segundo Vergnaud, um conceito remete a muitas situações e reciprocamente uma situação remete a muitos conceitos. Consideramos então importante estarmos trabalhando nossa seqüência de ensino visando as noções que vão sendo trabalhadas subjacentes ao conceito de semelhança, tais como: ampliação e redução, proporcionalidade e proporções, homotetia, isometria, multiplicação (inteiros e frações), conceitos e propriedades geométricas de figuras planas. (Sanchez, 1991).

Pensando nesta conexão também fora do campo da matemática utilizaremos então o conteúdo de Óptica Geométrica que atualmente é trabalhado na disciplina de Ciências (Ensino Fundamental) e Física (Ensino Médio).

A experiência ensina que um objeto quando é colocado entre a fonte e um anteparo, interrompe a passagem desta luz, originando a sombra. Com a aproximação deste objeto da fonte, há um aumento da sombra formada. Por que não utilizarmos esse e outros fenômenos físicos e realizarmos seu estudo matemático, construindo assim o conceito de semelhança?

Os estudantes apresentam grande interesse e curiosidade pela natureza e pela realidade local e universal, o que favorece o envolvimento e interação dos mesmos nas atividades que propomos em nosso trabalho. Com a realização de atividades envolvendo

fenômenos de propagação retilínea da luz podemos favorecer o desenvolvimento de uma significação do conceito de semelhança assim como sua aplicação.

Na Física, o conceito de semelhança está presente em diferentes situações que estudamos fenômenos de Óptica Geométrica. Entende-se por estudo de Óptica, o estudo da luz e dos fenômenos ópticos em geral.

Podemos obter projeções, projetadas por uma lâmpada ou pela luz solar. Segundo o plano, o domínio da Geometria que estuda as propriedades das figuras que permanecem invariantes por projeções a partir de fontes puntiformes, chama-se Geometria Projetiva e compreende o estudo da perspectiva. O estudo das propriedades invariantes por projeções a partir do infinito (projeções paralelas) chama-se Geometria Afim. Esta é na verdade um caso particular da Projetiva, onde a fonte puntiforme está situada muito longe, de maneira que consideramos seus raios paralelos.

A semelhança é considerada um caso particular de uma figura na respectiva sombra, ocorre quando obtemos figuras em que as dimensões aumentam ou diminuem na mesma proporção. Para conseguirmos uma relação de semelhança entre figuras geométricas, considerando a Geometria Projetiva, devemos utilizar a projeção de uma figura a partir de uma fonte puntiforme sobre dois planos paralelos. Ao colocarmos a fonte puntiforme de maneira conveniente podemos obter figuras (objeto e sombra) semelhantes.

A utilização da Geometria Projetiva em nosso estudo nos conduz a utilização da homotetia. Em pesquisas que realizamos para a realização deste trabalho encontramos muitos estudos sobre simetria, translação e rotação, porém poucos sobre homotetia. A utilização da homotetia pode promover atividades criativas, auxiliando o estudo das modificações de figuras geométricas assim como seus invariantes.

É observado, nos PCNs, que um trabalho adequado de Geometria pode desenvolver as habilidades de visualização, desenho, argumentação lógica e de aplicação na busca de soluções para problemas.

> *"Essas competências são importantes na compreensão e ampliação da percepção de espaço e construção de modelos para interpretar questões de Matemática e de outras áreas do conhecimento. De fato, perceber as relações entre as representações planas nos desenhos, mapas e na tela do computador com os objetos que lhe deram origem, conceber novas formas planas ou espaciais e suas propriedades a partir dessas representações são essenciais para a leitura de mundo através dos olhos das outras ciências, em especial a Física".*
>
> (PCNs, 1999, p.91).

Assim a escolha de temas que permitam a articulação de diferentes disciplinas, como é o caso da homotetia, pode auxiliar na percepção do valor da Matemática como bem cultural de leitura e interpretação da realidade preparando o aluno para um melhor desenvolvimento dos conhecimentos dentro e/ou fora da Matemática.

Pretendemos utilizar uma prática pedagógica interdisciplinar como um possível caminho para chegar a sistematização do conhecimento matemático. Na realização deste

trabalho não desconsideraremos os aspectos formais e abstratos que sugerem os conteúdos matemáticos utilizando-se apenas de aplicações particulares e empíricas do mesmo. O nosso objetivo com esta metodologia, ao utilizar a aplicabilidade do conteúdo estudado, é favorecer o significado do mesmo, pois quanto mais geral for o conteúdo trabalhado há mais possibilidades de motivação pelo estudo do objeto assim como uma real construção de seu significado.

Segundo Piaget, as operações lógico-matemáticas no plano físico são atribuídas ao próprio objeto, que são transformados em "operadores". Com a utilização do objeto físico observado a realidade passa a não ser mais este objeto ou fenômeno observável, e sim toda a estrutura que se apresenta subjacente a ele. Esta estrutura é construída por dedução, através da ação, fornecendo assim explicações aos dados observados.

Em nossa pesquisa pretendemos fazer com que as operações lógico-matemáticas envolvidas nos casos de semelhanças de figuras geométricas sejam construídas a partir da observação do fenômeno físico de formação de sombras.

Pensamos que como ponto de partida para este procedimento interdisciplinar devemos considerar elementos do domínio vivencial dos alunos. Não devemos fazer com que esta situação "vivida" pelo aluno delimite o alcance do conhecimento que nos propomos, enfatizamos mais uma vez que o que pretendemos é fazer com que o conteúdo adquira significado. A partir do momento em que o conteúdo apresenta-se significante para o aluno, o diálogo entre professor e aluno, ou aluno e alunos, torna-se mais efetivo. Com esta situação formada será possível fazer com que esta prática local possa desenvolver conhecimentos de alcance mais universal.

A partir da questão problema, elaboramos o desenho geral da investigação, composta por três fases consecutivas de pesquisa. Nossa seqüência didática envolverá dois grupos que denominaremos grupos A e B, sendo o primeiro de referência e o segundo grupo experimental. Descreveremos a seguir as três fases de estudo a que eles serão submetidos:

Fase 1 – Aplicação de um Pré-Teste com resolução individual nos grupos A e B. O objetivo será a investigação do que o aluno consegue resolver sobre conceitos de proporcionalidade, congruência e semelhança (intuitivamente) de figuras geométricas.

Fase 2 – Compreende a aplicação da seqüência didática, com atividades experimentais e no computador para o grupo B, com as respectivas discussões e institucionalizações. Para o grupo A, esta fase se resume a aula ministrada pelo professor da disciplina em sala de aula.

Fase 3 – Aplicação do Pós-Teste para os dois grupos. O objetivo será a investigação do que o aluno consegue resolver, depois da seqüência didática.

Visando o desenvolvimento de nossa seqüência de atividades utilizaremos a teoria das situações de Brousseau (1986). Ele definiu três tipos de situações em que o aluno tem um papel determinante: situações de ação, de formulação, e de validação.

Na fase da ação a situação deverá colocar ao aluno um problema onde agirá segundo instruções, sem a intervenção do professor. Na fase de formulação, o aluno troca informações com uma ou várias pessoas, explicando as ferramentas que utilizou e a solução encontrada. A validação é o momento em que o aluno utiliza mecanismos de prova, nos quais o saber é tomado com esta finalidade.

Escolhemos trabalhar também em um ambiente informatizado o qual permite realizar uma simulação do mundo concreto com o objetivo de propiciar ao aluno condições de

representação do objeto matemático em questão. Um outro objetivo de nosso trabalho na utilização do software de geometria dinâmica é a descoberta dos invariantes através da experimentação. Segundo Sangiacomo (1998), a utilização desta ferramenta pode propiciar a visualização de parte da classe de figuras características de um mesmo objeto geométrico, favorecendo a elaboração do conceito de semelhança.

O PCN propõe a utilização do computador como uma ferramenta que pode auxiliar o processo ensino-aprendizagem. Para tanto é necessário que o professor prepare atividades que possibilite a construção do conhecimento de forma dinâmica, assim como permitem ao aluno formular hipóteses favorecendo a busca de soluções de situações-problema com utilização de variados registros de representação.

Percebendo a importância da representação em Geometria fundamentaremos também nossa pesquisa nos estudos feitos sobre os registros de representação semiótica de Raymond Duval (1995). Chamamos de registro de representação a um sistema semiótico que permite preencher funções cognitivas fundamentais ao plano de funcionamento cognitivo do consciente.

As representações semióticas têm dois aspectos distintos: a forma (representante) e o conteúdo (representado) que podem ser números, letras, figuras geométricas e outras. Por exemplo, em nosso trabalho de pesquisa, costumamos utilizar os segmentos para representar os raios de luz que se propagam no espaço. Os segmentos não são os raios de luz, eles representam o feixe de luz. Esses raios também podem ser representados por AB que também será outro símbolo a considerar. Percebemos então que existem diversos registros de representação possíveis para um mesmo objeto, cada qual inserido em um tratamento cognitivo específico.

Segundo Duval as atividades em geometria normalmente implicam o registro da figura, o registro discursivo e o registro simbólico, onde os tratamentos em pelo menos dois registros devem ser realizados simultaneamente. Entendemos como essencial para nosso trabalho à constatação de que a formação do conceito de semelhança é obtido na coordenação dos seus vários registros de representação. A coordenação destes registros não é de maneira nenhuma espontânea, portanto na realização de nossa seqüência levaremos em conta essa coordenação.

Bibliografia

ALMOULOUD, S.A. Fundamentos da didática da Matemática. Programa de Estudos pós-graduados em Educação Matemática. PUC-SP. 2000

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática. Secretaria da Educação. Fundamental Brasília: MEC/SEF. 1997

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio 3: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de educação Média e Tecnológica. 1999

DIENES, Zoltan Paul. A geometria pelas transformações. Tradução: Maria Pia Brito de Macedo Charlier e Renè Francois Joseph Charlier. São Paulo. EPU; Brasília, INL, 1975.

DUVAL, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. Strasbourg: IREM, v.5, p.37-65, 1993.

HARUNA, Nancy Cury Andraus; Teorema de Thales: Uma abordagem do Processo Ensino-Aprendizagem; Dissertação de Mestrado em Educação Matemática; PUC/SP, nov/2000.

MÁXIMO, A e Beatriz Alvarenga. Um Curso de Física, vol.2, 3ª edição editora HARBRA, 1993.

Piaget, J. Para onde vai a educação? Tradução de Ivette Braga. Rio de Janeiro Editora Livraria José Olympio, 1973.

SANCHEZ, Lucilia Bechara. O desenvolvimento da noção de semelhança na resolução de questões de ampliação e redução de figuras planas. Dissertação de mestrado em educação; USP/SP 1991.

SANGIACOMO, L. O processo de mudança de estatuto: de desenho para figura geométrica. Uma engenharia didática com o auxilio do Cabri-géometre. Dissertação de Mestrado, PUC/SP, 1996.

VERGNAUD, G. A comprehensive theory of representation for mathematics education. Journal of mathematical behavior, Paris: 1988. 17(2) pp. 167-181.

Álgebra Elementar, Processual ou Estrutural? Eis o "x" da questão.

Prof. Ms. Alessandro Jacques Ribeiro
Prof.a Dr.a Tânia M M Campos
PUC/SP – UNIP

Resumo

Este artigo é fruto de um recorte feito em nossa dissertação, a qual preocupou-se em levantar, identificar e analisar os procedimentos e estratégias que os alunos das 8ªs séries do Ensino Fundamental utilizam para resolver questões de Álgebra Elementar. Esta pesquisa foi desenvolvida com uma amostra de 20 alunos da Rede Pública Estadual de São Paulo. Tomando como base os trabalhos de Kieran (1992), foram apresentadas as análises feitas a respeito das estratégias utilizadas pelos alunos dessa amostra, buscando identificar, dentre as estratégias de resolução, a presença dos aspectos processual e estrutural da Álgebra, segundo Kieran. Espera-se que este estudo possa trazer contribuições para os professores, no sentido de se repensar em novas abordagens de trabalho com este conteúdo matemático nas salas de aula.

O que revelam as investigações sobre a construção dos conhecimentos algébricos

Sabemos, pelas pesquisas e mesmo em livros didáticos, que o que ocorre com a Álgebra, é, na maioria das vezes, uma exagerada manipulação mecânica dos símbolos, dando ao aluno, uma falsa sensação de facilidade, mas que acaba com o passar do tempo, transformando-se em sensação de inutilidade e na falta de aplicabilidade da mesma.

Não é aceitável, nisso concordamos com Booth (1984) que se classifique ou conceba a Álgebra apenas como Aritmética generalizada, pois, certamente, ela é muito mais que isso. A Álgebra continuará sendo um dos melhores meios de resolução de determinados problemas, pois de acordo com Rojano (1995) sabemos que ela vai muito além disso, especialmente, nos dias atuais, quando os computadores são capazes e suficientes para simplificar e resolver os problemas de ordem puramente processual; a Álgebra funciona como estrutura e meio para a análise de relações.

Gostaríamos de apresentar o que se entende por aspecto estrutural e processual da Álgebra, recorrendo a Kieran (1992), para deixar claro como utilizaremos essa teoria nas análises dos resultados de nossa pesquisa.

Quando estamos nos referimos ao aspecto processual da Álgebra, estamos considerando as operações aritméticas que são realizadas com números que produzirão como resultado também números. Podemos citar alguns exemplos para ilustrar. Se tomarmos a expressão algébrica $5x - 2y$ e substituirmos x e y por 3 e 5, respectivamente, o resultado será 5. Um outro exemplo envolve a equação $3x + 2 = 8$, podemos resolvê-la substituindo vários valores para x até que o correto seja encontrado.

Nos dois exemplos anteriores, aparentemente algébricos, os objetos trabalhados não foram em momento algum as expressões algébricas, mas sim, suas instâncias numéricas. Vimos que as operações que foram realizadas com esses números são computacionais, ou

seja, produzem um resultado numérico. Sendo assim, observamos que esses exemplos escondem uma falsa impressão de estar trabalhando com as estruturas da Álgebra, no entanto são exemplos que ilustram uma perspetiva processual da Álgebra.

Por outro lado, ao nos referirmos ao aspecto estrutural da Álgebra estamos levando em conta um conjunto diferente de operações que serão levadas a efeito, não sobre os números, mas sim, sobre as expressões algébricas propriamente ditas.

Mais uma vez podemos citar alguns tipos de exercícios que podem nos auxiliar na compreensão desta perspectiva. Se tomarmos a expressão algébrica $7z + 4w - z$, veremos que essa pode ser simplificada para $6z + 4w$, ou podemos ainda multiplicar a expressão por w, e teremos $6zw + 4w^2$. Algumas equações, tipo $6x + 5y = 3x + 2$, podem ser resolvidas subtraindo-se 3x de ambos os lados da equação para se obter $6x + 5y - 3x = 3x + 2 - 3x$ que posteriormente pode ser simplificada para $3x + 5y = 2$.

Nos exemplos anteriores, vimos que os objetos que foram trabalhados foram as expressões algébricas e não alguma instância numérica. As operações que foram realizadas não são computacionais, além de que os resultados obtidos ainda continuaram sendo expressões algébricas.

Um fator importante a ser destacado dentro do aspecto estrutural da Álgebra, em particular, com a representação simbólica de relações numéricas, diz respeito à tradução de situações-problema em equações algébricas. Essas equações são representações estruturais que envolvem uma perspectiva não aritmética, não só quanto à natureza das operações que são representadas, mas também quanto ao uso do sinal de igualdade. Nota-se que ao passar de uma perspectiva aritmética para uma algébrica, podemos estar nos movimentando de uma concepção processual para uma estrutural.

Quando nos utilizamos de uma abordagem por meio de problemas, para nos movimentarmos da concepção processual para a estrutural da Álgebra, podemos citar, como exemplo, a pesquisa de Filloy e Rojano (1984), em que elas enfatizam que a ruptura entre Aritmética e Álgebra, nessa situação, ocorre quando da utilização de problemas que possam ser modelados com equações do tipo $ax \pm b = cx \pm d$, pois é com esse tipo de problema que os alunos normalmente deixam de confiar nas abordagens que utilizavam na Aritmética.

Nesse tipo de problema, os alunos precisam não somente começar a pensar em termos de operações antecipadas para poder modelá-los com equações, mas também, usar procedimentos de resolução que possam ser operados em ambos os lados da equação, ou seja, um processo que opere sobre um objeto algébrico.

Nossa metodologia e os procedimentos metodológicos

O objetivo de nossa pesquisa é, a partir da reaplicação das questões de Álgebra do SARESP/97, verificar a presença dos aspectos processual e/ou estrutural da Álgebra, responder a seguinte questão: *De quais estratégias, os alunos se utilizam para resolver questões de Álgebra Elementar como as que aparecem no SARESP/97?*

Baseado nas leituras que foram feitas, pretendemos utilizar como pontos de vista de análise em nossos resultados, se o aluno é capaz de:

- tratar as representações simbólicas como objetos matemáticos;

- saber operar sobre as estruturas algébricas;
- saber modelar situações-problema em estruturas algébricas.

Aplicamos nossa pesquisa em 20 alunos de duas escolas estaduais da Diretoria de Ensino de Caieiras. O pesquisador solicitou aos professores das respectivas escolas, que escolhessem os alunos de forma aleatória, pois não seria interessante à pesquisa que fossem escolhidos alunos com desempenho diferenciado em Matemática.

Nossa pesquisa foi dividida em duas partes: na primeira delas, reaplicamos as questões de Álgebra do SARESP/97, organizando-as em forma de um teste. Para essa primeira etapa de nossa pesquisa, utilizamos quatro sessões de 60 minutos cada. Foi divulgado aos alunos pelo pesquisador, a necessidade e importância da justificativa pela escolha da alternativa assinalada. Durante aplicação do teste, o pesquisador deixou os alunos resolverem os exercícios individualmente, sem nenhuma interferência sua.

Na segunda etapa de nossa pesquisa, optamos, após os resultados obtidos na etapa anterior, por reaplicar as questões que haviam apresentado ou índices muito baixos, ou índices muito elevados de aproveitamento, ou ainda, aquelas que nos permitissem colher mais dados e obter maiores referências para nossas análises. Sendo assim, propusemo-lhes questões abertas, sem as alternativas, para que pudéssemos obter, mais claramente, os procedimentos e estratégias empregadas pelos alunos.

Essa etapa de nossa pesquisa contou com a presença de 18 dos 20 alunos que participaram anteriormente. Utilizamos oito sessões de 50 minutos cada, onde os alunos trabalharam em duplas ou trios. Outro diferencial da etapa anterior, foi o fato do pesquisador estar mais participativo com os alunos durante as sessões, com o intuito de deixar de lado o contexto de avaliação.

Para apresentarmos os resultados e análises feitas em nossa pesquisa, em particular neste artigo, escolhemos duas questões da segunda etapa (entrevista). Estas questões, da segunda etapa, são provenientes de uma questão do Instrumento da 1a etapa. Elaboramos estas questões, com o intuito de verificar se os alunos compreendem o que significa um número ser solução de uma equação e o quanto eles dominam a técnica algébrica de resolução de equações de 1o grau.

Análise qualitativa dos resultados da segunda etapa da pesquisa

Para fazermos essa análise, baseamo-nos mais uma vez nos aspectos estrutural e processual, segundo Kieran (1992), além dos pontos de vista que já levantamos anteriormente.

Apresentamos os procedimentos e estratégias identificados por nós, bem como os registros que pudemos colher durante as entrevistas. Esse material produzido nos forneceu condições para avaliar e compreender se estão, e como estão presentes em nossos alunos, os aspectos identificados nos trabalhos de Kieran (1992).

Procuramos apresentar durante a análise qualitativa das questões, os objetivos e possíveis estratégias de resolução das mesmas, sempre tendo como norteadores os aspectos processual e estrutural, levantados em nossa fundamentação teórica. Durante a segunda etapa de nossa pesquisa, como já registramos anteriormente, o pesquisador, que identificaremos por P nos registros que feitos, participou ativamente das atividades no sentido de proporcionar aos

alunos, que identificaremos por **A**, condições de resolver pequenos entraves que poderiam e podem mesmo atrapalhar na resolução das questões apresentadas acima.

2ª Questão: $\frac{x+2}{3} = \frac{x}{5}$

Elaboramos esta questão, com o intuito de verificar se os alunos compreendem o que significa um número ser solução de uma equação. Para isso, dividimos a questão 4 da primeira fase da pesquisa em duas partes. A primeira delas é esta, cujo objetivo acabamos de mencionar acima, e a segunda parte, a 3ª questão, realmente procura identificar se o aluno domina as técnicas algébricas de resolução de equação de 1° grau.

É possível identificar, claramente, ao menos duas estratégias de resolução para a 2ª questão:

- A primeira delas, que podemos classificar como processual, recorreria a substituição do 3 no lugar da incógnita x, e a posterior verificação da conservação da igualdade. Acreditamos e comprovamos pelas falas dos alunos que essa estratégia é utilizada por aqueles alunos que tinham mais nitidamente formado o conceito que pretendíamos verificar com esta questão, de saber ou não o que é um número ser solução da equação.

- A segunda estratégia que podemos classificar como estrutural, levaria em conta o desenvolvimento algébrico da equação e verificação se o valor encontrado para a incógnita, era o mesmo enunciado do problema.

Nesta questão, o índice de acertos entre as equipes foi 50%, contra 40% de acertos na questão original da primeira etapa da pesquisa. Das quatro equipes que acertaram a questão, três delas utilizaram a estratégia processual. Já entre as equipes que não conseguiram concluir a resolução da questão, somente uma delas utilizou-se do aspecto processual para tentar resolver.

Vejamos alguns registros, para podermos enriquecer e aprofundarmos nossa discussão:

• equipe 1:

Verificamos que os alunos dessa equipe, dominam a técnica algébrica de resolução de equação de 1° grau, porém não têm disponível, pelo menos de imediato, o conceito de um número ser solução de uma equação, pois ao serem questionados pelo pesquisador como eles poderiam iniciar a resolução desta questão, responderam rapidamente:

A: *"nós iremos resolver a equação, começando por encontrar o MMC e depois fazendo as contas"*

Esta foi a única equipe que utilizou uma estratégia estrutural e conseguiu encontrar a solução correta para questão.

• equipe 3:

Resolveu corretamente a questão utilizando o aspecto processual e respondeu ao pesquisador:

P: *"Como vocês vão resolver essa questão?"*

A: *"Vamos substituir o 3 no lugar do x, e ver se dá certo?"*

P: *"Como assim? Dar certo?"*

A: *"Se o 3 for solução, a conta vai dar certinho."*

Vemos que os alunos percebem que se o número é solução da equação, eletorna a sentença verdadeira.

equipe 4:

Outra equipe que se utiliza do aspecto processual para resolver a questão e sabe o significado de um número ser solução de uma equação, pois respondeu:

P: *"Como vocês vão resolver a questão?"*

A: *"Vamos substituir o x pelo 3."*

P: *"Por que?"*

A: *"Para ver se a conta dá exata?"*

P: *"Como assim?"*

A: *"Se der certo a conta dos dois lados, o 3 é solução."*

equipes 6 e 7:

Estas equipes não conseguiram resolver a questão, pois não tinham disponível nem o conceito de um número ser solução de uma equação, nem o domínio da técnica de resolução de equação fracionária do 1° grau, respondem ao pesquisador, que não sabiam resolver equações desse tipo.

Contudo isso, acreditamos que a questão conseguiu atingir seu objetivo, pois foi possível verificar a disponibilidade de um conceito extremamente importante, quando se está estudando equações de um modo geral. Vimos que das oito equipes, a metade utilizou-se do aspecto processual para resolvê-la e três delas conseguiram demonstrar o domínio sobre o conceito em questão.

Sob nosso ponto de vista, questões deste tipo devem estar mais presentes entre os alunos, pois as mesmas não têm como preocupação principal a verificação das técnicas de resolução algébrica de equações, mas sim, a verificação do conhecimento de conceitos básicos, bem como a capacidade dos alunos em encontrarem soluções econômicas e práticas para questões aparentemente complexas.

3ª Questão:

Resolva a seguinte equação: $5(x - 1) = 2(x + 2)$

Esta é uma questão estrutural, pois tem como objetivo verificar se o aluno é capaz de manipular corretamente as estruturas algébricas e encontrar a solução da equação.

Nessa fase, os índices de acerto nessa fase ficaram em 75%, estando bem acima daqueles obtidos na primeira fase (40%), e também em relação a 3ª questão dessa fase (50%).

Acreditamos que isso ocorreu pelo fato da questão ser bem simples, apesar do produto de fatores e da presença de incógnitas em ambos os membros da equação. Todas as equipes iniciaram a resolução da questão, aplicando técnicas algébricas, contudo algumas delas encontraram alguns entraves durante seu desenvolvimento. Vejamos o registro de uma das equipes sobre a sua estratégia de resolução:

• equipe 8:

Verificamos que esta equipe resolveu corretamente a questão, mas por falta de atenção, ou por não imaginar que a equação ainda não havia sido concluída, não encontraram a solução, e ao ser questionada pelo pesquisador, respondeu:

P: *"Vocês já terminaram?"*

A: *"Sim, já sabemos qual é o valor de x."*

P: *"Já sabem? E qual é?"*

A: *"O x vale 3."*

Baseados nessa resposta, podemos aproveitar para destacar como a formalização de alguns procedimentos é importante, pois, embora, eles estejam corretos em suas respostas, é necessário que se trabalhe também com nossos alunos, a formalização e o rigor que a Álgebra, assim como a Matemática como um todo possuem.

É fundamental que eles, além de serem capazes de efetuar cálculos e desenvolverem técnicas algébricas, sejam capazes de escrever e manipular corretamente as estruturas, como também respeitar o formalismo e rigor matemático.

Nossas conclusões e considerações finais

Gostaríamos de deixar registradas aqui, algumas sugestões e contribuições para o trabalho do professor no seu dia-a-dia em sala de aula.

É do conhecimento de todos, que a Matemática, e mais particularmente a Álgebra ensinada em nossas escolas, está na maioria das vezes voltada para o treino de habilidades, a mecanização de algoritmos e a simples memorização de técnicas e regras. Ainda assim, podemos verificar através dos resultados aqui apresentados que, mesmo em situações que demandem somente este tipo de conhecimento, o aluno muitas vezes não consegue um rendimento satisfatório.

Acreditamos que, nesse sentido, uma aprendizagem que tenha pouco preocupação com a construção do conhecimento e compreensão dos significados, acaba por tornar-se ineficiente e rapidamente esquecida pelos alunos.

Podemos trabalhar para mudar esse quadro sim, aliás, não só podemos como devemos trabalhar nesse sentido. Mas como fazer isso? Como desenvolver em nossos alunos a compreensão e a construção de novos conceitos? Como tornar possível que eles tenham esse conhecimento disponível e sejam capazes de transferi-los para situações diferentes?

Em nossa pesquisa, acreditamos ter encontrado um caminho que poderá nos levar ao início de uma mudança na perspectiva do ensino da Álgebra.

Poderíamos iniciar esse percurso com o trabalho em equipe, no qual a participação ativa do professor, como encorajador e mediador no sentido de esclarecer dúvidas, intervir com provocações que estimulem os alunos a usarem toda sua criatividade e seguirem ao encontro de uma resolução ou raciocínio que esteja prestes a se desencadear, poderá, certamente, fazer a diferença nos resultados obtidos no processo de ensino/aprendizagem da Álgebra.

Por outro lado, não basta somente o trabalho em grupo, em oficinas ou em situações desafiadoras, precisamos nos preocupar com o tipo de atividades, de situações-problema, que desenvolvemos com nossos alunos. Isso também poderá fazer a diferença entre o sucesso ou não por parte deles.

Acreditamos que, nem sempre trabalhar com o aspecto estrutural da Álgebra, algébrica demonstrar maior ou menor habilidade em lidar com as estruturas algébricas, pois em diversas situações a resolução pelo aspecto processual torna a solução mais rápida e econômica.

Sabemos que, nos dias atuais, a utilização de situações-problema ou problemas contextualizados está em alta no processo de ensino/aprendizagem, contudo devemos tomar bastante cuidado com esse tipo de abordagem, pois não podemos nos prender em problemas totalmente fora do "mundo real" dos alunos, porque fica difícil, posteriormente, de se descontextualizar e formalizar os conceitos que nos propusemos ao final de uma atividade.

Sabemos que não são necessárias somente um reavaliação do conteúdo, da metodologia ou das estratégias que nós, professores, utilizamos em nossas aulas. Faz-se preciso uma profunda mudança também em nossa formação, pois, na maioria das vezes, ensinamos da forma como aprendemos e não estamos capacitados para, por exemplo, mudar nossas abordagens de ensino.

Nesse sentido, acreditamos ser importante os cursos de capacitação em ensino da Álgebra para os professores, nos quais pudessem ser utilizadas e discutidas com eles outras abordagens que valem a pena ser utilizadas em sala de aula, quando está se ensinando Álgebra.

Sabendo que muitos de nós, professores, ensinam fundamentalmente aquilo que está nos livros didáticos, conforme temos constatado em nossas próprias práticas em sala de aula e no convívio com os colegas, um grande passo a dar em direção a assegurar a presença dessas outras abordagens no ensino/aprendizagem da Álgebra em nosso dia-a-dia, seria a presença dessas reflexões nos livros didáticos, com a finalidade de oferecer o suporte que os professores precisam para encorajar-se a utilizá-las.

Por último, deixamos como sugestão àqueles que estejam dispostos a contribuir de maneira efetiva para um crescimento na qualidade do processo de ensino/aprendizagem da Álgebra, que pesquisem a respeito de como os professores de Matemática trabalham, interpretam e ensinam Álgebra, pois acreditamos ser esta, possivelmente, uma das áreas de maior necessidade de atenção em nossas pesquisas.

Bibliografia

BEDNARZ, N., Kieran, C., Lee, L. (1996). *Approaches to algebra: perspectives for research and teaching.* Approaches to algebra, Kluwer Academic Publishers, Holanda, 3-12.

BOGDAN, R. & Biklen, S.K. (1982). Qualitative research for education. Boston, Allyn and Bacon Inc.

BOOTH, L.R. (1984). *Algebra: Children's strategies and errors.* Windsor, Berkshire: NEFR, Nelson.

BROWN,C. A ., Carpenter,T. P., Kouba, V.L., Lindquist, M.M., Silver, E.A., & Swafford, J.O (1988). *Secundary school results for the fourth NAEP mathematics assessment: Algebra, geometry, mathematical methods, and atttitudes.* Mathematics Teacher, 81, 337-347.

FILLOY, E., Rojano, T. (1984). *From na arithmetical to na algebraic thought.* In J.M. Moser (Ed), Proceedings of the Sixth Annual Meeting of PME-NA . Madison: University of Wisconsin, 51-56.

GALLARDO, A ., Rojano, T. (1988). *Areas de dificuldades en la aquisicion del lenguaje aritmetico-algebrico.* Recherches en Didactique des Mathématiques, v 9 , n 2, 155-188.

KIERAN, C. *The early learning of algebra: A structural perspective.* Research Issues in the Learning and Teaching of Algebra. Ed. NCTN - Hillsdall, N.J.

_____ (1985). *Use of substitution procedure in learning algebric equation-solving.* In S.K. Damarian & M. Shelton (Eds.), Proceddings of the Seventh Annual Meeting of PME-NA, Columbus, OH: Ohio State University, 145-152.

_____ (1992). *The learnig and teaching of school algebra.* Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning.

_____ (1995). A new look at school algebra - past, present and future. Journal of Mathematical Behavior. V 14, 7-12.

KIERAN, C. & Sfard A . (1999). *Seeing through symbols: The case of equivalent expressions.* Focus on Learning Problems in Mathematics, v. 21, n° 1.

RIBEIRO, Alessandro J. (2001). *Analisando o desempenho de alunos do Ensino Fundamental em Álgebra, com base em dados do SARESP.* PUC/SP, Dissertação de Mestrado.

ROJANO, T. (1995). Problem Solving: From the development of algebric ideas to algebric thinking. Centro de Investigacoin y Estudios Avanzados del IPN, México.

SFARD, A . (1991). *On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on process and objects as different sides of the same coin.* Educational Studies in Mathematics, 22, 1-36.

_____ *(1995).* The development of algebra: confronting historical and physhological perspectives. *Journal of Mathematical Behavior, v 14, 15-39.*

A Cultura da Farinha de Mandioca: Extraindo as Raízes dos Saberes Matemáticos para Escolas Rurais

Alexandre Vinicius Campos Damasceno (mestrando)
Prof. Dr. Iran Abreu Mendes (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Educação/UFRN

Introdução

A partir de um estudo piloto realizado por nós, em duas localidades da Serra do Navio (Amapá), envolvendo produtores artesanais da farinha de mandioca, que, em mutirão feito pelas famílias dessas comunidades, produzem farinha, principalmente para a subsistência doméstica e a comercialização restrita ao vilarejo e localidades próximas de onde residem, objetivamos investigar a relação entre o cultivo da farinha de mandioca e a educação matemática, de modo a responder algumas questões do tipo: como ficam os saberes matemáticos oriundos dessa tradição cultural? Quais as possibilidades de incluí-los nas atividades escolares dessas comunidades, através do ensino de matemática?

Se levarmos em consideração que a educação constitui-se em uma relação intrinsecamente ligada à dinâmica sócio-cultural é necessário buscarmos as características de autores da área das ciências da educação, visando analisar as implicações cognitivas dos aspectos, sociais, históricos, políticos e econômicos quando utilizados na geração do conhecimento escolar.

A educação é a transmissão da cultura em todos os seus aspectos, segundo os modos e pelos meios da própria cultura. Nesse sentido complementa-se pela reflexão de Jean-Claude Forquin (1993, 13-4) sobre a educação e a cultura,

> *(...) a idéia segundo a qual o que justifica fundamentalmente, e sempre, o empreendimento educativo é a responsabilidade de ter que transmitir e perpetuar a experiência humana considerada como cultura, isto é, não como a soma bruta (e aliás inimputável) de tudo o que pode ser realmente vivido, pensado, e produzido pelos homens desde o começo dos tempos, mas como aquilo que ao longo dos tempos, pôde aceder a uma existência "pública", virtualmente comunicável e memorável, cristalizando-se nos saberes cumulativos e controláveis, nos sistemas de símbolos inteligíveis, nos instrumentos aperfeiçoáveis, nas obras admiráveis. Neste sentido pode-se dizer perfeitamente que a cultura é o conteúdo substancial da educação, sua fonte e sua justificação última: a educação não é nada fora da cultura e sem ela. Mas, reciprocamente, dir-se-á que é pela e na educação, através do trabalho paciente e continuamente recomeçado de uma "tradição docente" que a cultura se transmite e se perpetua: a educação "realiza" a cultura como memória viva, reativação incessante e sempre ameaçada, fio precário e promessa necessária da continuidade humana. Isto significa que, neste primeiro nível muito geral e global de determinação, a educação e cultura aparecem como duas faces, rigorosamente recíprocas e complementares, de uma mesma realidade: uma não pode ser pensada sem a outra e toda reflexão sobre uma desemboca imediatamente na consideração da outra.*

A educação é por essência uma atividade concreta, visto que pode ser concebida, a priori, como uma realização objetiva, concreta. Esta realização depende das situações históricas, objetivas das forças sociais presentes e de seu conflito, dos interesses em causa, da extensão das massas carentes de conhecimento e etc. Por isso, toda discussão abstrata sobre educação é inútil e prejudicial envolvendo sempre uma estratégia da consciência dominante para prejudicar e deixar de cumprir seus deveres culturais para com o povo.

Nesse sentido, temos no processo da evolução da sociedade no nosso planeta um requisito de condição básica da vida, que é fundamentalmente a tentativa de garantir, e de estabelecer a continuidade da espécie humana no planeta, conseqüentemente das outras espécies vivas do planeta. Ultimamente com uma preocupação maior da importância da vida das outras espécies como do próprio planeta Terra junto aos seus recursos naturais que é palco de sustentação de todos os seres vivos. Com isso a busca de um modelo de adequação de equilíbrio, sempre virá acompanhada com novo modelo educacional para o futuro. Esse olhar evidencia-se na visão Transdisciplinar do pensador francês Edgar Morin, pois "há sete saberes fundamentais que a educação do futuro deveria tratar em toda sociedade e em toda cultura, sem exclusividade nem rejeição, segundo modelos e regras próprias a cada sociedade e a cada cultura". (Morin: 2000, p. 13).

Na perspectiva moriniana de educação para a atual sociedade planetária,

> *(...) é necessário promover grande remembramento dos conhecimentos oriundos das ciências naturais, a fim de situar a condição humana no mundo, dos conhecimentos derivados das ciências humanas para colocar em evidência a multidimensionalidade e a complexidade humanas, bem como integrar (na educação do futuro) a contribuição inestimável das humanas, não somente a filosofia e a história, mas também a literatura, a poesia, as artes... (Ibidem, p. 48)*

Verificando alguns trabalhos no campo da Educação Matemática percebemos que a etnomatemática poderia nos possibilitar uma interlocução entre os saberes matemáticos tradicionais e os acadêmicos, pois como argumenta Ubiratan D'Ambrósio (1999, p. 35),

> *(...) o conhecimento é deflagrado a partir da realidade. Conhecer é saber fazer. A geração e o acúmulo de conhecimento obedecem a uma coerência cultural. (...) Ela é identificada pelos seus sistemas de explicações, filosofias, teorias e ações e pelos comportamentos cotidianos. Naturalmente tudo isso se apóia em processo de medição, de contagem, de classificação, de comparação, de representações, de inferências. Esses processos se dão de maneiras diferentes nas diversas culturas e transformam-se ao longo do tempo. Eles sempre revelam as influências do meio e organizam-se com uma lógica interna, codificam-se e formalizam-se. Assim nasce a matemática.*

Não deixando de ser diferente, os conhecimentos matemáticos, estão intrinsecamente ligados a todos os povos, todas culturas e todas realidades, neste sentido nosso trabalho mergulhou de forma a investigar e identificar estes conhecimentos, ligados a uma prática cultural quase em extinção na região Amazônica: o cultivo da *Farinha de Mandioca*.

O estudo realizado por nós, representa uma experiência piloto que, certamente, orientará o desenvolvimento de um estudo mais amplo acerca dessa temática de geração do

conhecimento matemático, visando validar o saber etnomatemático na produção da farinha de mandioca e sua utilização na Educação Matemática em diferentes contextos sócio-culturais.

A partir da realidade vivenciada junto aos moradores das comunidades investigadas, percebemos a importância do uso de linguagem centrada nos interesses da população das comunidades é possível contribuir na implementação de programas educativos que enfrentem a distorção Idade/Série, bem como a verificação de um programa de formação adequada para que os educadores possam contribuir na solução dos problemas e das necessidades de cada realidade.

Esse conjunto de desafios se faz notar, com ampla repercussão na educação formal caracterizada por classes multisseriadas, educação de jovens, adultos e profissionais das zonas de produção agrícolas e/ou similares. Encontramos como uma outra característica dominante de algumas localidades da zona rural, escola funcionando também como centro de referência de toda uma comunidade, nas quais servem de palco para os mais variados tipos de eventos, sendo eles de cunho cultural, social e político; e também nessa mesma condição escolar de sala de aula, atua ao mesmo tempo delegado a várias funções professora-secretária-merendeira-faxineira e até mesmo agente de saúde e líder comunitária.

No que concerne às dificuldades que enfrentam essas classes para garantir o sucesso escolar da população rural, ressalta-se a inexistência de políticas, e programas governamentais como proposta de ensino efetivo para essa realidade, principalmente ao que diz respeito ao ensino de matemática, que se voltem para o enfrentamento efetivo das necessidades educacionais da população rural; a qualificação docente para trabalhar com alunos com níveis de escolaridade, de aprendizagem e ritmos diferentes, idades variadas e possibilidades ou empecilhos múltiplos; a escassez de dados, estudos e publicações. Com isso o trabalho concerne em pesquisar e analisar dados sobre a realidade educacional e fundamentalmente no que diz respeito ao ensino da matemática, no processo ensino-aprendizagem nessas classes multisseriadas, e conjuntamente com uma pesquisa da realidade dessas localidades nos aspectos cultural, social, política e econômica, que apoiará para uma segunda etapa do trabalho que é propor e testar uma metodologia conjuntamente com professores na sua formação, que atuam diretamente com esses problemas, para uma melhor formação teórica e prática apoiada em um referencia teórico Freiriano e no *Programa Etnomatemática* que visam uma educação libertadora (autônoma) com pesquisa educacional (matemática) numa construção do sujeito inserido no meio em que vive participando e transformando o processo constantemente.

Problema da Pesquisa

A partir da configuração traçada, com base na experiência realizada com dois pequenos grupos sócio-culturais identificáveis, no estado do Amapá, pretendemos investigar e discutir os saberes matemáticos presentes na cultura da farinha de mandioca e seus subprodutos. Como contribuição da pesquisa, proporemos recomendações metodológicas para utilização desses saberes na escola, visando atender as expectativas de superação das dificuldades encontradas por educadores das várias comunidades relacionadas aos aspectos sócio-culturais aos quais centrou-se nosso estudo. Tais contribuições referem-se, principalmente, ao processo ensino-aprendizagem da matemática escolar, tendo em vista a sua relação com a realidade na qual a mesma é produzida. É necessário, para isso, que nos

apoiemos em referencial teórico que trate o problema da pesquisa, sob uma perspectiva transdisciplinar.

Caminhos a seguir

Inicialmente fizemos um levantamento bibliográfico necessário ao desenvolvimento do estudo visando a realização de um estudo analítico do material adquirido. Essa fase já está sendo realizada e será continuada enquanto o trabalho estiver sendo formulado e reformulado.

Com base na experiência piloto já realizada anteriormente, faremos uma investigação *in loco*, tendo em vista observar, entrevistar, filmar e conviver com os sujeitos do estudo. As visitas aos locais de pesquisa seguirão uma orientação antropológica, acontecendo sempre que for necessário para o alcance dos nossos objetivos.

Após a realização da referida investigação, procederemos à organização e análise das informações coletadas, visando o estabelecimento de um diálogo entre os saberes matemáticos da tradição cultural investigada e as formalizações acadêmicas reconhecidas, oficialmente, pela escola. É nessa fase da pesquisa que serão vislumbradas as possíveis contribuições do estudo para a Educação Matemática, tal como nos propomos neste estudo.

Considerações Finais

Embora, aparentemente, esteja direcionado para uma pequena parte da realidade educacional brasileira, o estudo proposto constitui-se de uma ampla relevância, posto que tal realidade educacional ainda é bastante significativa e muito marginalizada, para a dimensão da população do Brasil. Nossa afirmativa baseia-se no fato de que parte da população brasileira, em pleno século XXI, momento em que o computador se tornou a ponte principal para a educação do futuro, verifica-se o grande número de programas de incentivo à novas alternativas para a educação, considerando a necessidade de superação de alguns problemas relacionados à realidade das classes multisseriadas, das comunidades agrícolas, dos profissionais do comércio informal, das turmas de educação de jovens e adultos, entre outros. É nessa perspectiva que decidimos investir em uma problemática de pesquisa que possa contribuir no desenvolvimento de uma proposta de educação matemática às diversas localidades do Norte e Nordeste do Brasil.

Bibliografia

CASTRO, Gustavo de et. al. (Coord.) *Ensaios de Complexidade*. Porto Alegre; Sulina, 1997.

DAMASCENO, Alexandre Vinicius Campos. *O conhecimento matemático na produção da farinha de mandioca*. Belém, UFPA. Monografia do Curso de Especialização, 1997.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática, 1990.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Transdisciplinaridade*. São Paulo: Palas Atenas, 1997.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Educação para uma sociedade em transição*. Campinas, SP : Papirus, 1999.

FAZENDA, Ivani. *Interdisciplinaridade*: Um projeto em parceria. São Paulo: Edições Loyola, 1999.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Indignação*. São Paulo: Editora Unesp, 1997.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da Autonomia.* , São Paulo, Paz e Terra, 1997.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, Paulo. *Educação e Mudança.* , São Paulo, Paz e Terra, 1979.

FORQUIN, Jean-Claude. *Escola e Cultura*: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

LUNGARZO, Carlos. *O que é matemática*. São Paulo: Editora Brasiliense,1993. Coleção Primeiros Passos.

KNIJNIK, Gelsa. *Exclusão e Resistência*: educação matemática e Legitimidade Cultural. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MORIN, Edgar. *A cabeça bem- feita*. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1997.

MORIN, Edgar. *Os sete saberes para educação do Futuro*. São Paulo Editora Cortez, 1997.

VERGANI, Teresa. *Educação Etnomatemática*: o que é?. Lisboa: Pandora Edições, 1999.

Trabalho Colaborativo e Desenvolvimento Profissional de Professores de Matemática: O Caso da Iva[3]

Ana Cristina Ferreira
Maria Ângela Miorim (orientadora)
CEMPEM – UNICAMP

Introdução

O presente trabalho é parte integrante da pesquisa de doutorado em andamento que se apóia – dizendo de modo amplo – em dois conceitos fundamentais: desenvolvimento profissional e trabalho colaborativo.

Entendemos desenvolvimento profissional, aprendizagem e mudança como três conceitos intimamente entrelaçados (Goldsmith e Schifter, 1999; Pekhonen e Törner, 1999). Assim, desenvolvimento profissional é assumido aqui como um processo de mudança (e/ou uma forma de aprendizagem) que pode conduzir à alteração e/ou ampliação e/ou criação de saberes que, por sua vez, podem se refletir na prática pedagógica do professor (Llinares, 1998). Esse processo é influenciado por fatores pessoais, motivacionais, sociais, cognitivos e afetivos (Sowder et al., 1998). Desta forma, as características do indivíduo, sua situação de vida, sua personalidade, sua motivação para mudar, os estímulos ou pressões que sofre socialmente e sua cognição – crenças, valores, metas, etc. – e afeto, possuem importante impacto sobre o processo de mudança.

O trabalho colaborativo aparece aqui como um pano de fundo e ao mesmo tempo uma ferramenta para o desenvolvimento profissional dos professores envolvidos. Mais que uma mera reunião de professores e pesquisadores, ele é entendido como um grupo que, voluntariamente, estuda, reflete e produz conhecimento a partir das dificuldades encontradas por seus componentes em sua prática cotidiana, sempre com o objetivo de superá-las coletivamente (Cochran-Smith e Lytle, 1999). Neste sentido o grupo de trabalho colaborativo se assemelha à idéia de comunidade de prática desenvolvida por Wenger (1998), ou seja, nele: a participação é voluntária e todos os envolvidos desejam crescer profissionalmente, a confiança e o respeito mútuo fundamentam todo o trabalho, os participantes trabalham juntos (co-laboram) por um objetivo comum, construindo e compartilhando significados acerca do que estão fazendo e do que isso significa para suas vidas e para sua prática pedagógica, os participantes se sentem à vontade para se expressar livremente e estão dispostos a ouvir críticas e a mudar, não existe uma verdade ou orientação única para as atividades. Cada participante pode ter diferentes interesses e pontos de vista, aportando sua própria contribuição.

Dentro de uma problemática maior que é o desenvolvimento profissional dos professores de matemática, e em especial, dos professores que lecionam na rede pública, recortamos a seguinte questão: que contribuições a participação em um grupo de trabalho colaborativo pode trazer para o desenvolvimento profissional de professores de matemática?

Para isso foi constituído um grupo de trabalho colaborativo em Educação Matemática, composto pelas pesquisadoras e quatro professoras que lecionam matemática nos níveis

[3] Essa pesquisa é financiada pela FAPESP.

fundamental e médio em escolas públicas de Campinas. Tal grupo se reuniu semanalmente ao longo de todo o ano de 2001. Além de uma dinâmica de leitura, estudo, vivência e elaboração coletiva de atividades, também foram acompanhadas algumas aulas de cada professora. Dentro da dinâmica dos encontros – definida coletivamente – privilegiávamos um espaço de troca de idéias, comentários e 'memórias'. Tanto compartilhávamos situações vividas, quanto buscávamos lembranças acerca de nossa formação, escolhas feitas, experiências, etc. sempre procurando entender nossa prática atual de forma contextualizada e historicamente constituída.

Nessa pesquisa de cunho qualitativo desenvolvemos quatro estudos de caso. Na elaboração do estudo de caso combinamos elementos da história de vida pessoal e profissional com os dados coletados ao longo de um ano referentes ao grupo de trabalho colaborativo. Os dados foram coletados de janeiro a dezembro de 2001. A coleta aconteceu a partir de diferentes instrumentos - transcrição dos encontros, notas de aula, textos produzidos pela professora, notas de campo, questionários e filmagens de aulas - sempre com a intenção de triangular os dados coletados. Apresentaremos aqui apenas um deles, ressaltando que apenas está iniciado.

Apresentamos nesse artigo um estudo de caso, ainda em desenvolvimento. Nosso objetivo é compartilhar a experiência vivida e aprofundar o estudo a partir das críticas e sugestões dos leitores. Para isso, organizamos o texto da seguinte forma; breve história de vida de Iva, sua participação no grupo, sua prática pedagógica e saberes acerca dos alunos, do conteúdo matemático e sua didática, bem como de si mesma enquanto profissional; indícios de mudança/aprendizagem/desenvolvimento profissional; considerações finais.

O Caso de Iva: um estudo em construção

Iva[4] nasceu em uma fazenda no interior de São Paulo e estudou em uma escola rural nas séries iniciais. Cursou as séries finais do ensino fundamental e médio em uma escola pública de sua cidade e formou-se em Ciências com habilitação em Matemática em uma faculdade particular do mesmo município. Em sua opinião, seu curso não a preparou para lecionar. Preferiria ter cursado Matemática, mas sua cidade não contava com essa opção na época.

Lecionando há mais de 20 anos, sempre em escolas públicas, mostra-se uma pessoa extremamente humana, sensível e generosa que realmente gosta do que faz. Demonstra claramente que sua maior preocupação é perceber que os alunos se sintam felizes, envolvidos e aprendendo os conteúdos. Gosta de acompanhar os alunos ao longo das séries – quando isso é possível – e costuma conhecer um pouco da história de vida de cada um deles. Atualmente – como há vários anos – trabalha em várias escolas das redes estadual e municipal de Campinas cumprindo uma jornada de três turnos praticamente todos os dias da semana.

Através de sua fala e seus registros (diário, textos) percebemos que sempre manteve uma atitude curiosa, interessada e dinâmica, procurando por cursos, seminários e oportunidades de aprender e crescer profissionalmente desde o início de sua carreira. Já fez diversos cursos de aperfeiçoamento (na maioria das vezes, pagos por ela) e está sempre buscando novas idéias e parceiros de trabalho. Infelizmente, segundo ela, não costuma

[4] Todas as professoras participantes optaram para 'aparecer' na pesquisa com seus próprios nomes.

encontrá-los com a freqüência que gostaria. Normalmente trabalha sozinha e sente rechaçadas suas iniciativas de propor novas alternativas aos colegas.

A idéia de formar um grupo para estudar e produzir atividades não é nova para ela. Trata-se, na verdade, de um anseio antigo. Já havia inclusive proposto, a vários professores amigos, a organização de um grupo de estudos.

Participação no grupo

Quando surge a oportunidade de participar desse grupo, Iva convida outros três professores (uma das quais se manteve até o final).

Ao logo de todo o ano de 2001, nunca faltou a um encontro. Esforçou-se para realizar todas as leituras e tarefas propostas, por mais difícil que fosse.

Seu papel no grupo, dentre outras coisas, era o de nos ensinar que a paciência, a tolerância e o sincero desejo de ajudar pode realmente contribuir para o crescimento dos alunos, mais que como aprendizes, como seres humanos. Outra característica de Iva era a de colocar em prática imediatamente as novas idéias gestadas pelo grupo. Enquanto a maioria das participantes oscilava entre a dificuldade de remanejar conteúdos e lidar com a demanda externa e as próprias dúvidas e receios ante a inovação, ela sempre chegava na semana seguinte com algo a contar sobre suas realizações. Seu papel era o de nos estimular ao risco, à busca de novas estratégias.

Ela realmente demonstrava desfrutar da companhia das demais participantes e da ativa participação de todas no processo de aprender, questionar, ampliar saberes e construir perspectivas que resultassem em novas estratégias para a sala de aula.

Saberes profissionais e prática pedagógica

A preocupação central demonstrada por Iva ao longo de todo o estudo era a interação com os alunos e sua aprendizagem. Em praticamente todos os encontros o eixo central de suas manifestações girava em torno de experiências positivas e negativas vivenciadas em classe nos dias anteriores. Segundo ela, o trabalho com as classes de supletivo normalmente era mais interessante que com as classes de ensino fundamental e médio, uma vez que costumavam ser mais abertos, interessados e participantes. Já o trabalho com as séries regulares a preocupa muito.

"I - Mas vocês acham que, como você colocou, as minhas aulas de ensino médio não são assim, é que eu sou feliz de trabalhar com supletivo. Talvez... porque... ontem mesmo, eu tava trabalhando, porque eu tenho ensino médio [...] Porque essa semana aconteceu um aluno colocar: 'não gosto de matemática, e eu odeio', ele usa essa palavra, 'odeio', que é uma palavra assim bem carregada, e ele simplesmente quer ficar conversando. [...] eu não sei como trabalhar com esses alunos. Como eu vou...[...] Motivar esses alunos. Então, acontecem situações assim, que me assustam às vezes. O aluno não quer. Quando, por exemplo, tem duas maneiras de resoluções, então um aluno resolveu de uma forma boa, então eu quero assim, mostrar as maneiras de resolver, mas cada um escolhe o seu, entende? Aluno fala: 'ah, você só complica, ensina de um jeito, ensina de outro'. Eu falo: 'gente não é isso, ele teve essa idéia, você teve outra, então eu acho assim que eu tenho que ir mostrando as formas

diferentes, a resolução, e o aluno: 'não sei' [...] É mais difícil. Eles têm uma resistência de mudança também, e essa aceitação deles é difícil viu!" (17/02/2001,fita 2, p. 15-17).

Ela sempre procura se aproximar dos alunos, entender seus conflitos e dúvidas, conversar com a classe em todos os momentos. Em diversas ocasiões alcança seus objetivos e consegue construir uma relação de respeito e afeto com os alunos, dentro de uma perspectiva menos tradicional de ensino. Isso é motivo de grande satisfação.

"I - Eu percebo que, eu brinco com aluno na sala de aula, no supletivo assim, e eles me respeitam. Eu aceito brincadeira, mas eles sabem a hora que..." (17/02/2001, fita 3, p. 16).

"I - É mais se o aluno, eu acho assim, se ele mostrar interesse. Eu chego às vezes tem assim um grupinho que fica rindo, brincando, eu chego e falo: 'vamos fazer, vocês não querem?', 'Ah, não gosto de Matemática e não quero aprender', eu já ouvi isso, eu falei: 'nossa!'. Eu não quero eles falem muito forte, eu falo: 'tenta, vamos'. Vou, sento com eles lá no meio... às vezes assim, tem dia que eu estou andando pela sala assim, tem dias que eu estou com dor nas costas e eu sento na mesa e falo: 'olha, estou aqui! Vem tirar dúvida!' Mas, às vezes não dá tempo é assim... aluno direto mesmo. [...] Tem muito aluno, mas eu acho que às vezes sai trabalhos bons, assim eles sentam em grupo, um ajuda o outro... isso é importante sim" (07/03/2001, fita 10, p. 17-18).

Sua visão da matemática, dos conteúdos e sua didática parecem combinar diversas tendências ecleticamente. Iva segue seu instinto e as respostas das classes para ir tentando propostas variadas. Contudo, como praticamente não tem tempo para planejar as aulas, termina por compilar atividades de livros texto e outras aprendidas com seus pares e/ou em cursos para enriquecer suas aulas. Além disso, boa parte de seu reduzido tempo extra classe é dedicado à correção de atividades. Ela faz questão de devolver todas as tarefas corrigidas cuidadosamente.

Iva apresenta uma visão crítica de si mesma enquanto profissional. Percebe seu esforço, seus erros e acertos e sempre avalia que necessita trabalhar mais, desenvolver aulas mais interessantes.

"I - A minha falha a mais eu acho que é com o relacionamento aí com o aluno, tá difícil. E eu acho que eu falho muito sim, nessa parte eu falho..." (10/02/2001, fita 2, p. 7-8).

"I - Sou uma professora que me preocupo com os alunos sim, bastante, mas eu estou sentindo assim uma dificuldade. Me parece assim, a maneira quando você quer explicar as coisas para eles, mais claro para que entendam parece que aí é pior, eles não gostam de professora assim. Eu estou tendo dificuldade... eles gostam que você passe um monte de exercício lá e dá para eles fazerem, e uma coisa mecânica e eu não gosto de dar aula assim. [...] Tem momentos que eu me sinto mais pôxa... acho que conseguindo atingir meu objetivo. Acho que tem aula que eu falo assim bem realizada, consegui atingir meu objetivo nessa sala" (24/03/2001, fita 13, p. 2-3).

Nas aulas que acompanhamos, percebemos sempre esse esforço em desenvolver uma aula que agradasse à maioria. Contudo, nos parecia também que Iva se envolvia demais com toda a situação. Demonstrava estar pessoalmente magoada e abatida quando alguma classe ou aluno agia de forma agressiva e/ou injusta em relação à aula. Também se alegrava muito com cada aluno que avançava ou aula na qual a maioria se envolvesse e participasse.

Em nossa leitura, existe um descompasso entre os papéis do professor e do aluno. Nos parece que, para Iva, o professor é totalmente responsável pelo 'clima' e pelo 'sucesso' da aula. Cabe ao aluno avaliar essa aula apreciando o trabalho bem desenvolvido e demonstrando quando não havia gostado. Sua responsabilidade é mínima nos processos de ensino e aprendizagem.

"I: Eu falo para eles ou o professor vai pesquisar, vai atrás, ou se ele não quiser fazer isso ele vai se sentir tão mal que ele vai sair. Então acho que o aluno...o aluno faz muito a aula. Se vocês reclamam, reclamam, você não faz nada" (26/05/2001, fita 28, p. 5).

"I - Aprendo também. Nossa... ontem eu coloquei isso na sala de aula, 'gente eu aprendi tanto com aluno!' Eu aprendo muito com aluno, nossa senhora... [...] Então, é o que eu acabei de falar. Eles ensinam também. A gente facilita pra eles aprenderem, ninguém consegue ensinar ninguém. Não é você que ensina é ele que aprende. Você facilita pra ele aprender" (17/02/2001, fita 3, p. 13).

Essa crença leva Iva a se avaliar enquanto profissional a partir, quase exclusivamente, da resposta dos alunos às suas aulas. Contudo, percebemos que essa é uma crença cujas conseqüências podem levar à perda de auto-estima por parte do professor e à organização de suas aulas tendo como referência apenas as expectativas dos alunos. Embora Iva não demonstrasse ceder facilmente em relação às suas convicções acerca de como deveria ser uma aula de matemática (mais ativa e voltada para a construção de significados) percebemos que é forte o desejo de 'sentir-se aceita e querida pelo grupo'.

A realidade cotidiana das escolas parece determinar, em alguma medida, suas experiências e forma de se relacionar com novas circunstâncias. Aliado a isso, existem as atuais condições do ensino na rede pública que comprometem o trabalho dos professores. A promoção automática, principalmente, e sua interpretação e aplicação em muitas escolas tem trazido desânimo e obstáculos aos professores. Iva percebe claramente isso:

"I: Porque eu percebo o seguinte. Eu tenho aluno que eu dei aula na 8ª série, tinha dificuldade assim... Matemática nem interessava mesmo. Dei aula... Ele passou em janeiro, foi para o 1o ano, lógico que os problemas eram a mesma coisa, passou, foi para o 2o e eu peguei aluno no 3o ano que foi aluno meu na 8ª e no 1o, não no 2o, chegou no 3o, as dificuldades estavam as mesmas. E passou de ano" (25/08/2001, fita 39, p. 14).

Embora possa parecer – pelas crenças acima expostas – que Iva se concentrava em ampliar seus conhecimentos didáticos em detrimento dos demais, na prática o que aconteceu foi uma ativa participação e um grande interesse em também aprofundar seus conhecimentos acerca dos conteúdos matemáticos. Outra área que a envolveu de forma intensa foi o conhecimento dos alunos. Tanto em nossa pesquisa exploratória sobre o tema frações realizada com alunos das séries finais do ensino fundamental, do ensino médio e supletivo, quanto outras pesquisas mais específicas desenvolvidas em suas classes de 5ª série, trouxeram-lhe grandes surpresas.

Dada sua natureza receptiva e aberta, Iva pareceu beneficiar-se das oportunidades que o grupo proporcionou a todas as envolvidas.

Indícios de mudança

Na opinião de Iva sua participação no grupo foi além de suas expectativas. Aprendeu muito com todas as professoras e soube aproveitar as oportunidades que se apresentaram. Também demonstra ter percebido mudanças em sua própria prática pedagógica e se mostra contente com isso.

"Confesso que sempre tive uma ansiedade na maneira de transmitir conteúdos aos alunos para que facilitasse a aprendizagem e tive essa expectativa em nosso grupo no início do ano. Como consegui alcançar! [...] houve trocas de experiências que só contribuíram no meu crescimento enquanto professora. Fizemos excelentes leituras, discussões que compartilhamos muito. [...] estudamos conteúdos a um nível bem elevado que não iríamos fazer sozinhas e fizemos trocas de experiências, excelentes discussões e com isso sempre abre novos horizontes para o crescimento [...] Minhas aulas eram ensinadas da maioria tradicional sempre e estou tentando mudar pelo menos em alguns conteúdos, apesar de não ser fácil mudanças, mas, percebi que é necessário. E para isso é preciso planejar melhor às aulas, apesar do pouco tempo e das minhas dificuldades" (Questionário, dezembro/2001).

O grupo parece ter contribuído, não apenas com um espaço para a troca e a partilha de sentimentos, dificuldades e esperanças, mas, e talvez principalmente, para o desenvolvimento de habilidades e atitudes mais produtivas. Segundo Iva, é possível perceber alterações na sua forma de planejar e desenvolver suas aulas. Além disso, demonstra ter aprendido com suas colegas, observando suas características pessoais.

"I: Eu sinto que hoje eu faço isso, eu sento e já preparo. Por exemplo, final de semana, eu paro, penso, traço minhas aulas, como você coloca bastante isso aí. Toda vez você está colocando, isso ajuda. [...] É difícil. [...] Sim, porque, eu não era assim, por exemplo, de sentar e traçar, escrever, hoje eu faço isso. [...] Então eu acho isso muito importante, lógico! As colocações dela aqui, a Andréa tem uma idéias... [...] A Maria é uma pessoa mais firme com os alunos, eu tenho que aprender ser também" (01/12/2001, fita 45, p.15).

Também parece ter desenvolvido seu conhecimento acerca dos alunos e das formas de interagir com eles:

"I: Eu acho que eu fiz tanta coisa diferente na sala de aula esse ano!

AO: Ah é?

I: Nossa, inclusive eu acho que eu estou mais amiga dos alunos, eu estou mais...

M: Você está mais segura.

I: Acho que é isso.

M: Está contente com você mesma.

I: Acho que... Tem aula que eu saio, eu percebi assim que os meus alunos cresceram, nossa quanto aluno que eu percebi que... Ele não queria fazer nada e foi e foi. É lógico que tem aluno que eu não consegui, eu tenho aluna lá que eu não consegui... [...] Mas a maioria assim foi, foi, e eu percebo que eles... Nossa, tinha uma classe lá que estava difícil e agora o aluno chegou todo... Umas meninas lá que davam problema e tal, sentaram, começaram fazer e resolveram. Então eu senti que melhorou bastante. [...] E foi a forma que eu trabalhei com eles, mudei um pouco" (01/12/2001 fita 45, p.18).

O grupo parece efetivamente ter se constituído um espaço de colaboração e construção de saberes. Como Iva bem afirma: "tenho pouco tempo para me dedicar como gostaria; nas leituras, nas aplicações de atividades em sala de aula. Mas, houve mudanças sim desde o 1° encontro até hoje porque é um grupo que só cresceu e como é bom fazer parte dele!" (Questionário, dezembro/2001).

Algumas Considerações

Este estudo, embora apenas iniciado, nos oferece alguns elementos para analisar o potencial do trabalho colaborativo no desenvolvimento profissional (e até pessoal) dos professores de matemática. Um grupo capaz de co-laborar, laborar junto, cresce com o apoio do coletivo. Não é simples, nem é fácil, nem rápido. Exige muito empenho, vontade de aprender e coragem de se arriscar, de ouvir críticas e de mudar. Contudo percebemos o quanto pode ser gratificante.

Fica claro o quanto o grupo serve de apoio e ajuda a fortalecer a autoconfiança de cada participante. O caso de Iva evidencia isso. No grupo, em um espaço de respeito mútuo, confiança e responsabilidade, ela encontrou um espaço fecundo para se expressar livremente, levantar dúvidas e participar de um ambiente no qual críticas construtivas, propostas, relatos de experiência, privilegiava as relações interpessoais, a troca de saberes e a co-responsabilidade pelo crescimento pessoal e profissional dos seus membros (Wenger, 1998).

O grupo de trabalho colaborativo mostrou-se – garantidas condições de constituição e desenvolvimento – um espaço privilegiado para o desenvolvimento profissional dos professores de matemática, na medida que criou oportunidades para repensar crenças, surpreender-se com alternativas estratégias de resolução (corretas ou não) e, sobretudo, para avaliar a própria prática.

Essa era nossa intenção desde o início. Não impor ou coordenar um movimento de mudança que atendesse a padrões pré-estabelecidos ou predeterminados, mas sim, criar um espaço de crescimento pessoal que contribuísse para o desenvolvimento profissional dos envolvidos. Respeitando e aprendendo mutuamente, convivendo e crescendo coletivamente, porém, cada um a seu modo, em seu ritmo e no sentido que acredita ser o mais adequado.

Bibliografia

COCHRAN-SMITH, M. e LYTLE, S. Relationships of knowledge and practice: teacher learning in commnunities. (In: IRAN-NEJAD, A. E PEARSON, P.D. [eds.] Review of Research in Education, 24, 1999, p. 249-305).

GOLDSMITH, Lynn T. e SCHIFTER, Deborah. Understanding Teachers in transition: Characteristics of a model for the Development of Mathematics Teaching (In: FENNEMA, E. e NELSON, B.S. [eds.] Mathematics Teachers' in Transition. Mahwah, New Jersey: Lawrence Eribaum Associates Publisher, 1999, p. 19-54)

LLINARES, Salvador. Aprender a Enseñar Matemáticas en la Enseñanza Secundária: relación dialédctica entre el conocimiento teórico y práctico. Revista Interuniversitária de Formación del Profesorado, n° 32, maio-agosto 1998, p. 117-127.

PEHKONEN, Erkki e TÖRNER, Günter. Teachers' Professional Development: what are the key change factors for mathematics teachers? European Journal of Teacher Education, 1999, vol. 22, n° 2/3, p. 259 – 275.

SCHIFTER, Judith T.; PHILLIPP, Randolph A.; ARMSTRONG, Barbara E. e SCHAPPELLE, Bonnie P. Middle-Grade Teachers' Mathematical Knowledge and its relationship to Instruction: a research Monograph. Series SUNY, Reform in Mathematics Education, New York: State University of New York Press, 1998.

WENGER, Etienne Communities of Practice: learning, meaning, and identity, New York: Cambridge University Press, 1998.

Mudanças em Concepções e Práticas de Professores de Matemática em Formação

Ana Lúcia Manrique
Orientadora: Marli André
PUC-SP e USJT

Pode-se dizer que poucos são os trabalhos acadêmicos relacionados ao tema formação do professor, considerando as teses e dissertações defendidas desde a década de 70 no Brasil (ANDRÉ, 2001), principalmente, ao seu saber docente e à sua prática de sala de aula. Este estudo procura compreender a forma como professores participantes de um processo de formação continuada se apropriaram de certas ações vivenciadas e reconstruíram suas práticas docentes. Sob esta perspectiva e tendo professores de matemática que participaram de um processo de formação contínua em geometria como sujeitos de observação e análise, propomos as seguintes questões:

a)As concepções dos professores em relação à geometria e ao seu ensino sofreram mudanças ao longo do processo de formação?

b)Os professores alteraram suas posturas durante a formação?

c)As aulas dos professores participantes apresentaram modificações?

d) Que características desse processo de formação continuada favoreceram as mudanças? Ou seja, que experiências de formação vivenciaram os professores que permitiram a eles pensar sobre suas concepções, suas atitudes e sua prática pedagógica e, em alguns casos, até reconstruí-las?

Direta ou indiretamente, as transformações da prática que se fazem necessárias são abordadas por diversos autores. Uma síntese reduzida, mas reveladora da amplitude e da diversidade de temas e enfoques de pesquisas sobre formação de professores é fornecida no artigo de Marcelo (1998). O autor centra-se no denominado paradigma do "pensamento do professor", sendo suas considerações tecidas em torno do tema "aprender a ensinar". Dois são os tópicos que Carlos Marcelo procura observar no desenvolvimento profissional dos professores; um deles é sobre os processos pelos quais os docentes geram conhecimento e o outro, sobre os tipos de conhecimentos que eles adquirem. Coloca que a recente preocupação em analisar os processos de mudança e inovação surge com as pesquisas centradas no processo de aprender a ensinar do professor. Apesar dos poucos trabalhos realizados com essa preocupação, afirma que "o que leva à mudança são, fundamentalmente, fatores maturativos dentro do indivíduo e os fatores interativos entre as características pessoais e o estímulo que os professores recebem do ambiente" (p.63). Dessa maneira, sugere que os processos de mudança sejam avaliados considerando aspectos fisiológicos, psicológicos e sociais que poderiam estar influenciando a pessoa do professor.

Quando estudamos os processos de mudança em educação, questões surgem logo de início. Quem provoca esses processos? Seriam as ações de formação nas quais os professores se integram? Ou seriam fatores internos como as motivações, os interesses, as crenças, as concepções e as representações que os professores possuem? Ainda pode-se questionar as relações do professor com o saber e as tecidas em diversos ambientes, como

por exemplo, na sala de aula, no contexto escolar e na formação. Seriam essas relações que estariam promovendo os processos de mudança?

Com a intenção de esclarecer alguns aspectos inerentes a essas questões, procuramos dividir o estudo em três partes. Na primeira parte procuramos delimitar o conceito de formação de professores e alguns princípios agregados, bem como uma aproximação do conceito de formação com a aprendizagem de adultos. Na segunda, explicitar alguns dos fatores considerados desencadeantes de processos de mudança: concepções e crenças que os professores possuem. Também estudamos o conceito de *habitus* que alguns autores utilizam para justificar alguns dos fracassos de tentativa de mudança. Algumas pesquisas exemplificam essa componente interna, colocando-a como um fator de resistência ou de estímulo para os processos de mudança. Na terceira parte, tentamos visualizar relações possíveis na promoção das mudanças: as relações do professor com o saber e as que ocorrem em diversos ambientes do contexto escolar e de formação.

Quando se pensa nas relações nas quais os professores, em sua prática pedagógica, se vêem inseridos e participando, percebe-se que eles fazem uso de seus saberes. Saber docente: muitos autores fazem uso deste termo, entretanto, nem todos com o mesmo significado. Iremos utilizar a definição de Charlot (2000): "a idéia de saber implica a de sujeito, de atividade do sujeito, de relação do sujeito com ele mesmo (deve desfazer-se do dogmatismo subjetivo), de relação desse sujeito com os outros (que co-constroem, controlam, validam, partilham esse saber)" (p. 61).

Charlot posiciona o saber em uma relação do sujeito, ou melhor, não existe saber sem a relação. Essa relação não seria apenas com o conteúdo a ser estudado, mas incluiria as atividades necessárias para que se efetive o conhecimento. Além disso, ele salienta que é imprescindível uma relação com a linguagem e com o tempo para que isso ocorra. Dessa maneira, nota-se a importância que se deve dar às relações: serão elas que darão significado ao conteúdo estudado, posicionando-o em termos pessoais, com os outros com os quais o sujeito convive e com o mundo que o rodeia. Entretanto, nas relações muitos sentimentos podem estar em jogo e o autor chama a atenção para as escolhas que são realizadas nesse sentido, pois a renúncia sempre estará presente. Essa renúncia tem o sentido de que o sujeito pode escolher que tipo de relação ele deseja ter e, no momento da aprendizagem, pode se ver assumindo um tipo do qual ele não queria.

Esse autor evidencia que o saber é construção pessoal, porém salienta que não é apenas de forma cognitiva que a pessoa adquire o conhecimento. Existe uma questão de identidade do sujeito, fazendo com que ele possa dar um sentido próprio para a relação na qual está adquirindo um saber. Portanto, o aprender assume um sentido ativo para o indivíduo, está vinculado ao momento da situação da relação de aprendizagem.

Com essas três partes: interna, externa e da relação, procuramos obter uma descrição de como os processos de mudança podem estar inseridos em algumas pesquisas.

Sob essa perspectiva, explicitamos o objetivo dessa pesquisa que é o de compreender em profundidade, com detalhes e de forma longitudinal, como se desenvolvem os processos de mudança em professores de matemática que participaram de um processo de formação contínua em geometria. Assim, a análise que será realizada visa apreender como se processam as transformações da prática docente e as alterações tão almejadas no ensino. E, por conseguinte, verificar se os alunos são os beneficiados com o processo de formação de que seus professores participam.

Como o foco da pesquisa reside no processo e não nos resultados dos processos de mudança, decidimos por diversos instrumentos de coleta de informações. Os procedimentos metodológicos envolveram questionários, observações, entrevistas, documentos escritos pelos professores e mapas conceituais.

Um questionário inicial foi elaborado e aplicado aos professores com o objetivo de obter uma caracterização dos participantes da formação continuada em geometria. Esse mesmo questionário, com poucas modificações, foi aplicado no início do segundo ano de formação, início de 2001. A reaplicação consistia em poder realizar uma confrontação em relação às informações fornecidas no início e após um ano de formação.

Como tínhamos a intenção de perceber mudanças na prática do professor, também foram elaborados e aplicados questionários para os alunos desses professores. Eles tinham como objetivo fornecer um panorama de que conteúdos estavam sendo trabalhados com os alunos do ensino fundamental. Um segundo questionário foi aplicado para os alunos desses professores pesquisados no final do segundo semestre de 2001 e contemplava, além de questões sobre os conteúdos da própria série, duas questões abertas. A primeira pedia para que os alunos comentassem sobre atividades diferentes que o professor de matemática tivesse realizado em sala de aula e a segunda, para escrever sobre as aulas de matemática. Estes questionários tinham por objetivo verificar se os conteúdos de geometria tinham sido trabalhados com os alunos, além de perceber se os alunos apontavam mudanças nas aulas de matemática do professor que participou da formação.

O segundo procedimento metodológico era a observação. Os encontros que ocorreram nos dois anos de formação foram observados pela pesquisadora, perfazendo um total de 50 encontros de três horas cada um. Para essas observações foram apenas realizadas anotações, não envolveram gravações de falas e nem de ações em vídeo.

Como o termo observação também tem diferentes significações, dependendo da orientação científica do pesquisador, pretendemos esclarecer qual o sentido que estamos dando à observação. Assim, realizamos uma observação participada (ESTRELA, 1994, p. 35) no sentido de ter participado da formação, no entanto, o papel desempenhado pela observadora estava bem definido no grupo de formação. Era observado um professor ou um grupo de professores de forma a obter uma descrição dos comportamentos durante as atividades. No entanto, a observadora realizava intervenções na atividade que o professor realizava tanto para ajudá-lo, se necessário, quanto para solicitar esclarecimentos do que ele estava fazendo – como, por quê, para quê estava agindo daquela maneira. Essas intervenções tinham por essência esclarecer inferências anteriores, bem como o aparecimento de novas pistas que explicassem a situação em questão.

Estrela (1994) designa esse tipo de observação também de entrevista-ação, pois "insere-se dentro da ação que se desenvolve e constitui um processo de recolha de dados que se situa entre a entrevista e a ação" (p. 35). Esse autor aponta quatro particularidades especiais da observação participada:

O papel do observador não se altera perante o observado;

Pode-se realizar análises sobre a origem e a finalidade das ações do observado, porque suas opiniões podem ser confrontadas durante a ação;

Também as inferências do observador podem ser defrontadas com as opiniões do observado;

As informações são ricas em detalhes, embora sejam restritas aos aspectos e situações específicas.

Além das observações dos encontros de formação, foram realizadas observações em sala de aula dos professores participantes para identificar possíveis mudanças na prática de sala de aula. Como o processo de formação contemplava a elaboração de uma seqüência de ensino para um conteúdo de geometria no início do segundo ano, então, na metade do segundo semestre do primeiro ano, no mês de outubro, foram realizadas observações das aulas desses professores para que pudéssemos compará-las depois com as que seriam planejadas na formação. Assim, cada professor elaborou e aplicou em sua sala de aula uma seqüência de ensino, que foi também observada pela pesquisadora e por uma assistente.

Um terceiro procedimento envolveu entrevistas. Elas foram do tipo semi-estruturada portarem apenas um esquema básico, permitindo adaptações segundo o aprofundamento de pontos levantados pelos entrevistados. Procurou-se manter um respeito muito grande pela pessoa que estava sendo entrevistada e um clima de confiança para que ela pudesse expressar-se livremente. Nesse sentido, começou-se dos assuntos simples para os mais complexos e pessoais. Como tínhamos o interesse que o professor falasse sobre as mudanças que estavam ocorrendo em sua prática, resolvemos realizar as entrevistas na própria escola e após a observação de uma aula desse professor. As entrevistas não iriam ocorrer no ambiente de formação para que o professor não se colocasse no papel de estar se formando e sim de formador (Nóvoa, 1995).

Ainda um quarto tipo de procedimento metodológico foi desenvolvido: documentos escritos pelos professores. Eles tinham por objetivos perceber e confrontar as informações fornecidas pelos próprios professores com as obtidas nas observações e entrevistas.

Reconhecemos que realizaremos escolhas, mas tentamos elaborar diversos instrumentos de coleta de informações para controlar possíveis distorções nas interpretações.

Alguns estudos relacionados ao ensino da geometria apontam diversas dificuldades para sua efetivação: falta de metodologia apropriada; deficiência, por parte dos professores, de alguns conteúdos específicos; e programa de matemática muito extenso. Além disso, alguns sentimentos para com a geometria também impedem seu ensino, pois estão presentes em toda ação de educar. Um exemplo é a "alergia" sentida pelas demonstrações em geometria (Gouvêa, 1998).

Moreira (1993) apresenta em seu texto uma teoria de educação proposta por Novak, na qual toda situação educativa envolveria uma ação, cuja intenção seria uma troca de significados – para os quais seria necessário pensar – e de sentimentos entre o professor e o aprendiz. Então, uma situação educativa envolveria cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação. As relações entre estes elementos podem ser representadas em um mapa conceitual. Novak e Gowin (1999) definem um mapa conceitual como "um recurso esquemático para representar um conjunto de significados conceituais incluídos numa estrutura de proposições" (p. 31).

Nós o usamos para que os professores pudessem estruturar palavras que viessem à mente relacionadas à palavra-chave dada a priori. Como os mapas conceituais são esquemas que as pessoas estruturam a partir de um conjunto de conceitos, não teremos obrigatoriamente duas pessoas elaborando um mesmo mapa quando se deparam com o mesmo conjunto de palavras. Apesar de a técnica dos mapas conceituais ser usada para estruturar conceitos,

explicitando relações e proposições entre estes conceitos, nós a utilizamos como uma atividade criativa.

Como o tema de nossa pesquisa envolve a geometria que, como apontamos, está praticamente fora do currículo de matemática do ensino fundamental e envolvida por sentimentos, resolvemos aplicar a técnica dos mapas conceituais para evidenciar os conhecimentos, as emoções e os sentimentos dos professores pesquisados em relação à geometria, ao seu ensino e à sua aprendizagem.

Os mapas conceituais foram realizados em quatro momentos. No início e após um semestre de formação tendo como palavra-chave: geometria. Com a comparação desses dois mapas pretendíamos apontar diferenças entre as concepções dos professores em relação à geometria, ao seu ensino e à sua aprendizagem. O terceiro e o quarto mapa conceitual foram realizados em 2001, com a frase-chave: geometria em sua sala de aula. Como os professores tinham como meta, neste segundo ano de formação, elaborar e aplicar uma seqüência de ensino, pretendíamos verificar se ocorriam mudanças de concepções sobre a geometria a ser ensinada na sala de aula do professor.

Para realizar a análise das informações obtidas com os métodos explicitados anteriormente, apresentamos uma caracterização dos diversos personagens e contextos que compõem a pesquisa. Nesse sentido, quando pensamos em alterações de postura do professor durante o processo de formação, é imprescindível a caracterização da formação. Quando queremos falar de modificações de práticas de sala de aula, precisamos caracterizar a escola onde se realizaram as observações. E, como a peça principal de toda essa pesquisa é o professor, a caracterização de cada professor também é importante para a compreensão da análise que virá a posteriori.

O processo de formação contínua em geometria, do qual os sujeitos desta pesquisa participaram, é um dos desenvolvimentos de um projeto de pesquisa maior. O Projeto de Pesquisa "Estudo de fenômenos de ensino-aprendizagem de noções geométricas" foi desenvolvido na PUC-SP, com patrocínio da Fapesp, sob a responsabilidade do professor Doutor Saddo Ag Almouloud. O grupo de pesquisa se reunia semanalmente para estudos, seminários, definição de estratégias e tarefas. Era composto por quinze pessoas: professores de graduação e de pós-graduação e alunos que cursaram ou estão cursando o mestrado em Educação Matemática da PUC-SP. Os integrantes do grupo eram responsáveis por determinadas tarefas: elaboração das atividades desenvolvidas com os professores participantes; atuação direta em uma das duas turmas de professores em processo de formação; realização de observações durante os encontros e nas escolas; e elaboração, sistematização e análise dos diversos instrumentos utilizados nos procedimentos metodológicos. Nossa participação se constituiu na realização de observações e na responsabilidade pelos procedimentos metodológicos.

Dois grupos de professores foram envolvidos neste projeto de pesquisa. Um grupo funcionou às sextas-feiras das 8 às 11 horas, composto por professores de diversas escolas, e o outro, às quintas-feiras das 18 às 21 horas, composto por professores de uma mesma escola pública da região central da cidade de São Paulo. Nosso foco está sobre os professores que participaram da formação oferecida às quintas-feiras. E é a esse grupo de professores que iremos nos referenciar a partir de agora.

O grupo era formado por seis professores de matemática da rede estadual de ensino, que atuam nas séries finais do ensino fundamental e médio, além de três professores do grupo

de pesquisa – dois assumindo os papéis de formadores e um de observador. O grupo se iniciou com dois professores e, no início do segundo semestre, mais duas professoras o integraram. No segundo ano, um dos professores saiu por motivos pessoais, ficando o grupo com seis participantes. No primeiro semestre de 2000, mais três professoras apareceram em dois ou três encontros, mas não continuaram por motivos de horário.

A escola, na qual os professores trabalham, está localizada na região central da cidade de São Paulo, e funciona nos três períodos: manhã, tarde e noite. No período da manhã estão os alunos que freqüentam a 8ª série do ensino fundamental e o ensino médio. No período da tarde, os que freqüentam a 5ª, a 6ª e a 7ª série do ensino fundamental. No período noturno funcionam o ensino fundamental e o médio. A escola possui biblioteca, sala de vídeo, sala de computadores e em torno de 30 salas de aula.

Quando de nossa primeira visita para observação, em outubro de 2000, as salas de aula eram denominadas de ambiente, porque cada professor tinha a chave de sua sala e eram os alunos que se deslocavam para assistir às aulas. Nessa época, notamos que as salas estavam sempre sujas, com as paredes pixadas, sem vidros nas janelas e um enorme barulho dos alunos que esperavam, nos corredores, seus professores que nem sempre vinham para darem aulas. No segundo momento de observações, em março de 2001, as salas não eram mais salas ambientes, os alunos permaneciam e eram os professores que se deslocavam para darem aulas. Nessa época, elas estavam limpas – os próprios alunos as varriam –, as paredes tinham sido pintadas, o barulho tinha diminuído bastante, embora as janelas continuassem sem vidros.

O questionário inicial elaborado para os alunos foi aplicado no final do primeiro semestre de 2000 em uma sala de cada série (6ª, 7ª e 8ª séries do ensino fundamental e 1ª série do ensino médio) dos períodos da manhã e da tarde. O quadro a seguir fornece a distribuição de alunos pesquisados por série, sexo e se o aluno possui computador em casa.

Série	Número de alunos	Sexo		Sim, possui computador	
		Masculino	Feminino		
6ª série do EF	38	18	20	13	34%
7ª série do EF	29	12	17	9	31%
8ª série do EF	31	15	16	14	45%
1ª série do EM	20	6	14	6	30%
Totais	118	51	67	42	36%

Nele percebemos que o sexo feminino tem predominância na sala de aula e que mais de um terço dos alunos pesquisados possui computador em casa; entretanto, salientamos que a grande maioria dos alunos dessa escola pública não tem computador em casa. Uma síntese das informações obtidas com a análise dos questionários foi transmitida aos professores e a pergunta referente ao computador foi realizada com o intuito de mostrar a eles que seus alunos possuem conhecimentos relativos ao uso do computador.

Sabemos que a amostra não é significativa, tendo em mente que a escola tem em torno de trinta salas de aula, funcionando nos três períodos. Porém, como a amostra de alunos foi escolhida aleatoriamente, acreditamos que seja representativa dos alunos dos períodos da manhã e da tarde dessa escola.

As questões que tratavam de conteúdos matemáticos e pediam resolução foram praticamente deixadas em branco, com poucas tentativas de resolução. E as que eram de múltipla escolha até foram respondidas, porém não apresentavam indícios de qualquer raciocínio. Isso revela que os conteúdos de geometria se foram trabalhados, o foram de maneira precária.

A caracterização dos sete professores, que participaram do processo de formação investigado, baseou-se nos questionários aplicados aos professores. Designaremos por letras os sete professores: A, B, C, D, E, F e G.

Com as informações de cada professor obtemos, no quadro a seguir, a caracterização geral dos que participaram do processo de formação.

Professor	Sexo	Idade	Tempo de magistério	Efetivo na escola	Ensina geometria?
A	masculino	40	11	Sim	Sim
B	feminino	41	20	Sim	Não
C	feminino	35	5	Não	Não
D	masculino	52	14	Não	Não
E	feminino	33	7	Não	Sim
F	feminino	39	2	Não	Sim
G	masculino	45	9	Não	Sim

De uma maneira geral, temos um grupo composto por três homens e quatro mulheres, com idades entre 33 e 52 anos, professores que possuem pouca experiência no magistério (dois anos) até professores com bastante experiência (20 anos); apenas dois dos sete professores são efetivos na escola. Além disso, quatro professores relataram ensinar geometria e três não. Essas informações nos mostram um grupo heterogêneo em relação ao sexo, ao tempo de magistério, a ser efetivo na escola e ao fato de ensinar ou não geometria para seus alunos.

Pretendemos continuar o trabalho com a intenção de mostrar a complexidade dos processos de mudança identificando alguns dos contextos e das relações existentes entre os diversos elementos da formação e da escola, além de apontar alguns dos dilemas enfrentados pelos professores e da tomada de consciência das mudanças ocorridas pelos professores.

Bibliografia

ANDRÉ, Marli E.D.A. A pesquisa sobre a formação de professores no Brasil – 1990-1998. In: Candau, Vera M. (Org.). Ensinar e aprender: sujeitos, saberes e pesquisa. Rio de Janeiro: DP&A, p. 83-99, 2000.

CHARLOT, Bernard. Da relação com o saber: elementos para uma teoria. Tradução de Bruno Magne. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 93p.

CIRELA, albano. Teoria e Prática de Observação de Classes: uma estratégia de formação de professores. 4. ed. Portugal: Porto Editora, 1994. 479p.

COUVEA, F.A.T. Aprendendo e ensinando Geometria com a demonstração: uma contribuição para a prática pedagógica do professor de Matemática do ensino fundamental. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática, PUC-SP, 1998

MARCELO, Carlos. Pesquisa sobre formação de professores: conhecimento sobre aprender a ensinar. Tradução de Lólio L. de Oliveira. Revista Brasileira de Educação, São Paulo, n. 9, p. 51-75, 1998. ANPEd.

MOREIRA, Marco Antonio. A Teoria de Educação de Novak e o modelo de ensino-aprendizagem de Gowin. Fascículos do CIEF, Série Ensino-Aprendizagem, Porto Alegre: UFRGS, n. 4, p. 1-18, 1993.

NÓVOA, Antonio. Formação de professores e profissão docente. In: Nóvoa, Antonio (Coord.). Os professores e sua formação. Portugal: Porto Editora, 1995. p. 13-33. (Temas de Educação, 1).

NOVAK, joseph d., gowin, d. bob. Aprender a aprender. 2. ed. Portugal: Plátano Edições Técnicas, 1999. 212p.

A dialetização da Demonstração

Ana Márcia Fernandes Tucci de Carvalho
Orientadora: Prof[a] Dr[a] Tânia Cristina Baptista Cabral
UNESP - Rio Claro

"Porque provar significa em filosofia o mesmo que mostrar como o objeto se faz – por si mesmo e de si mesmo – o que ele é."

Hegel

Introdução:

No V EBRAPEM apresentamos um trabalho onde discutimos a forma de propagação de um certo discurso que é assimilado pelos alunos de Matemática quando sustentado pelos professores ao longo de uma formação que visa, em instância determinante, a reprodução do matemático.

Para tanto baseamo-nos em Zizek, intérprete de Hegel e Lacan, e nos conceitos psicanalíticos lacanianos de identificação simbólica e identificação imaginária. Estávamos interessadas na interpretação dada por considerarmos relevantes as características subjetivas inerentes à dinâmica presente em sala de aula.

No trabalho atual apresentamos outro aspecto que vem fundamentar o nosso projeto de doutoramento: a filosofia hegeliana, considerada como sistema filosófico e a ressignificação daí resultante para a "demonstração" ou "prova rigorosa".

Os Três Momentos da Lógica e o Movimento de Demonstração:

Ao final da *Enciclopédia das Ciências Filosóficas* escrita por Hegel em 1830, Bernard Bourgeois comenta:

> *"O sistema hegeliano é, (...) um sistema e o sistema; porque nele a ordem das razões do conhecer e a ordem das razões do ser – o processo lógico e o processo ontológico – são idênticos."*
>
> [Hegel, 1995: 375]

Quando nos deixamos levar por esta filosofia como sistema filosófico, o fazer e o conhecimento do feito são um só, o que implica a identidade de 'matemática' e 'história da matemática'. Um Conceito verdadeiro, a Matemática, grafado com maiúscula, vem se pondo no mundo através de nós. O que se chama 'demonstração' ou 'prova rigorosa' na literatura corrente, em Matemática e em Educação Matemática, identifica-se com o *Ser* que é tratado na primeira parte da Lógica de Hegel, a *Doutrina do Ser*.

Nesta perspectiva, demonstração é 'Demonstração'. A Demonstração é assim caracterizada como a determinação mais simples, no sentido de ser a mais pobre, do Conceito Matemática. É a *imediatez* da Matemática, é o *conceito em si*.

O primeiro passo adotado para a discussão é a introdução dos momentos da Lógica, apresentada nos parágrafos §79 a §83 da *Enciclopédia das Ciências Filosóficas*.

Para Hegel, e para aqueles que pretendem ler Hegel sem apenas passar por ele, tudo que é lógico tem três momentos: o primeiro momento é o momento do *entendimento*, o segundo é o *dialético* e o terceiro é o *positivamente racional*.

Nos referidos parágrafos, diz-nos Hegel:

> *"a) O pensar enquanto entendimento fica na determinidade fixa e na diferenciação dela em relação a outra determinidade; um tal abstrato limitado vale para o pensar enquanto entendimento como [se fosse] para si subsistente e essente." [Hegel, 1995: 159] (grifo do autor)*

Nesse sentido a matemática é o acervo de resultados e a demonstração é o processo lógico de passagem de hipótese a tese.

> *"b) O momento dialético é o próprio suprassumir-se de tais determinações finitas e seu ultrapassar para suas opostas.(...) A dialética é esse ultrapassar imanente, em que a unilateralidade, a limitação das determinações do entendimento é exposta como ela é, isto é, como sua negação. Todo finito é isto; suprassumir-se a si mesmo." [Hegel, 1995: 163] (grifo do autor)*

Quando a matemática tenta justificar seus resultados de forma cabal, esbarra em paradoxos que só se resolvem por convenções arbitrárias. A verdade dos resultados da matemática se expõe como dependente das preferências dos matemáticos e a demonstração como dependente da anuência a premissas não incluídas nela.

> *"c) O especulativo ou positivamente racional apreende a unidade das determinações em sua oposição: o afirmativo que está contido em sua resolução e em sua passagem [a outra coisa]." [Hegel, 1995: 167] (grifos do autor)*

Esse momento não é um acréscimo aos anteriores; é o resultado deles: a verdade que se supunha (no primeiro momento) revela-se, não como 'falsa", sim como *não toda* (no segundo momento) O positivamente racional implica que algo seja dito sobre o momento de entendimento.

O primeiro momento é a afirmação de uma determinada realidade, determinidade fixa, o momento do entendimento kantiano, pelo qual devemos passar a fim de 'entender' um determinado texto. O segundo, o momento dialético ou negativamente racional, é a conservação de algo de essencial que existe nessa realidade, feita através de uma exposição do que nela está contido; é a negação dialética, o suprassumir-se (*aufheben*). A afirmação contida na realidade fixa se auto interverte, nega-se. O terceiro momento é a elevação desta realidade a um nível superior, é o positivamente racional, expõe-se a contradição do entendimento, "põe-se tudo no ventilador". É a negação da negação.

Quando o leitor faz a primeira leitura parágrafo deste texto que tem em mãos, ou de qualquer outro – pois tudo que é lógico tem este três momentos – passa necessariamente pelo primeiro momento, o do entendimento. Neste primeiro momento, fixa as determinidades e as separa. Obtém um entendimento que se expressa assim: Hegel divide a lógica em três partes: afirmação, negação e negação da negação. Primeiro eu afirmo, então nego e a seguir, nego a minha negação. Esse primeiro momento é necessário para atingir a verdade, mas *tem que passar por ele*. Se nos fixarmos neste momento, haverá um sujeito autônomo exercendo as operações lógicas a partir do exterior caindo no que se chama dialética vulgar. Se

permanecermos neste entendimento, não há verdade, só o entendimento da consciência vulgar.

Prosseguindo a leitura de Hegel, notamos que esse entendimento inicial não subsiste. Ao final do primeiro volume da *Enciclopédia* Hegel diz que á Idéia (não o sujeito) é livre. Isso obriga à interversão da leitura do entendimento: não é o sujeito que opera a dialética, é a dialética que se exerce através dos sujeitos; os sujeitos (nós) não "têm idéias", são as idéias que os têm. As determinidades fixas da leitura inicial se intervertem em suas negações.

Finalmente, decidimos expressar isso através desse parágrafo que o leitor está lendo. Fica-se sabendo de uma certa leitura vulgar de Hegel, fica-se sabendo que essa leitura não se sustenta à luz da continuação dela. E fica-se sabendo que o próprio Hegel previu que a lógica que ele expõe poderia ser reduzida ao primeiro momento, mas assim, diz ele, não contém verdade alguma. O momento do entendimento conduz a uma separação dos momentos, ou de outra forma, para perceber os três momentos, deve-se passar pelo entendimento, mas esse 'separar' não produz verdade.

O segundo momento, o dialético, é uma negação do primeiro no sentido da auto contradição: leva-se o discurso ao paroxismo conduzindo-o à sua própria inconsistência. O que ocorre é que o entendimento, por ser finito, se auto nega e nós, como sujeitos, como agentes da Idéia, participamos desse movimento de auto negação. Estamos todos subordinados à auto negação do finito, não temos um ponto exterior a partir do qual olhar o processo, não temos uma tal "vontade autônoma", o que não quer dizer determinismo, nem que não possamos atuar no processo, desviá-lo de seu rumo, atuar nele por dentro dele. É só depois que agirmos que podemos explicar por que agimos assim e não de outro modo. Embora no instante da ação tenhamos certeza do porquê estarmos agindo desta ou daquela maneira, há um discurso do Outro, o inconsciente, que fala através de nós.

O inconsciente não é o que está 'escondido' dentro do sujeito que fala, o inconsciente está em que "o ser, falando, goze e, acrescento, não queira saber de mais nada" [Lacan,1995: 143]. O inconsciente é, assim, o gozo que o ser falante experimenta com sua fala, à condição de não querer saber de mais nada. Se quiser saber, se passar esse gozo ao simbólico, ele o altera ou impede. É aí que se escapa do determinismo. O inconsciente dos matemáticos está no gozo que experimenta ao falar as demonstrações porque tem se observado que não querem saber de mais nada.

O terceiro momento, o positivamente racional, é uma elevação dessa realidade a um nível superior, elevação que acontece de forma natural, à medida que a negação dialética é exposta e incorporamos no mundo nosso discurso.

Sobre estes momentos lógicos , segundo Zizek, temos que:

> *"O primeiro momento é a positividade imediata do início; o segundo, a mediação, não é simplesmente o pólo oposto, o contrário do imediato – é justamente produzido na medida em que tentamos captar o imediato 'em si e por si', 'como tal'; dessa maneira, já o apreendemos como o outro da mediação, e portanto como mediatizado pela mediação. Mais precisamente, o segundo momento não é o negativo ou o outro do primeiro, mas é o primeiro momento como o outro de si mesmo, como seu próprio negativo: a partir do momento em que tentamos captar o primeiro momento 'como tal', ele se torna seu outro (a partir do primeiro momento em que tentamos apreender o ser 'como tal', ele se evapora em nada, etc). (...) o momento paradoxal que é o terceiro porque já era o primeiro momento, que, ao tentarmos apreendê-lo como tal, tornou-se seu próprio outro."* [Zizek, 1988:57] (grifos do autor)

Pelo processo dialético, procuramos entender o '*movimento de demonstração*' para ao tomá-la como Ser, no sentido que Hegel dá ao termo, tê-la em sua completude como momento do Conceito Matemática. Esta é a dialetização da demonstração.

Para Hegel,

> "O Ser é o conceito somente em si; as determinações do Ser são determinações essentes; em sua diferença são outras – uma em relação às outras –, e sua ulterior determinação (a forma do dialético) é um passar para outra coisa. Essa determinação-progressiva é, a um tempo, um pôr-para-fora e portanto um desdobrar-se do Conceito em si essente; e ao mesmo tempo, o adentrar-se em si do Ser, um aprofundar-se do Ser em si mesmo. A explicação do conceito na esfera do Ser tanto se torna a totalidade do Ser, quanto é por isso suprassumida a imediatez do Ser ou a forma do Ser como tal." [Hegel, 1995: 173] (grifos do autor)

o que fazemos, através de uma metonímia, é substituir 'Ser' por 'Demonstração' e 'Conceito' por 'Matemática'.

A Demonstração é a Matemática somente em si; as determinações da Demonstração são determinações essentes; em sua diferença são outras – uma em relação às outras –, e sua ulterior determinação (a forma do dialético) é um passar para outra coisa. Essa determinação-progressiva é, a um tempo, um pôr-para-fora e portanto um desdobrar-se da Matemática em si essente; e ao mesmo tempo, o adentrar-se em si da Demonstração, um aprofundar-se da Demonstração em si mesmo. A explicação da Matemática na esfera da Demonstração tanto se torna a totalidade da Demonstração, quanto é por isso suprassumida a imediatez da Demonstração ou a forma da Demonstração como tal.

Em Hegel,

> "O conceito é o [que é] livre, enquanto potência substancial essente para si, e é totalidade, enquanto cada um de seus momentos é o todo que ele [mesmo] é, e é posto com ele como unidade inseparável; assim, na sua identidade consigo, o conceito é o determinado em si e para si." [Hegel, 1995: 292] (grifos do autor)

A Matemática é o [que é] livre, enquanto potência substancial essente para si, e é totalidade, enquanto cada um de seus momentos é o todo que ela [mesma] é, e é posto com ela como unidade inseparável; assim, na sua identidade consigo, a Matemática é o determinado em si e para si.

A substituição se justifica porque aceitamos a filosofia hegeliana como sistema, tal como discutido nos parágrafos precedentes.

Assim, a esta nova Demonstração, que é o *em si* da Matemática, como momento do Conceito Matemática, podemos associar a imediatez, necessária para o progredir do Conceito, há um *passar para outra coisa*, um *tornar-se*. Há um movimento de Demonstração, feito

através da Idéia, utilizando o sujeito como instrumento para a colocação da Matemática, para o progredir da Matemática.

"O Ser é em geral, a imediatez não refletida e o ultrapassar para Outro." [Hegel, 1995: 266]

O conhecimento modifica-se ao ser considerado, é teoria ingênua restringirmo-nos ao seu conteúdo para encará-lo como uma descoberta, pois essa teoria

> *"(...) desconhece o caráter constitutivo do processo de conhecimento quanto a seu objeto, a maneira como o próprio conhecimento modifica seu objeto, dá-lhe, através do ato de conhecimento, a forma que ele possui enquanto objeto de conhecimento." [Zizek, 1988:31]*

O mesmo se dá com a construção de uma Demonstração em matemática. É ao tomá-la como Ser que ela se constitui desta forma. Eis o paradoxo hegeliano do grão-a-mais-de-areia, ou do cabelo-a-menos, qual é o grão que transforma o monte em monte de areia? Qual é o fio de cabelo que se arranca para se ficar careca? Parece ser jogo de palavras, todavia, dentro da filosofia de Hegel, da qual é necessário se incluir para que não se fique como sujeito do lado oposto ao da substância, é a única posição possível a ser tomada.

Reconhecer o caráter de dinamismo e de desenvolvimento que se põe presentes a cada afirmação, é constituir a Demonstração em seu movimento, é o ultrapassar a esfera do ser, da forma. Por isso podemos dizer que a demonstração feita pelo matemático serve também para dizer que ele a fez. O movimento de Demonstração inclui o sujeito que demonstra, a comunidade acadêmica que a recebe, nós que a concebemos, os objetos que a constituem, a subjetividade que lhe é intrínseca.

A unidade concreta inclui todas as determinações, e não só as unilaterais, o conteúdo especulativo não pode ser expresso em uma proposição unilateral. Ao concordarmos que

> *"(...) o absoluto é a unidade do subjetivo e do objetivo"* [Hegel, 1995: 168]

estamos olhando apenas por um lado, a unidade abstrata é a unidade unilateral, a unidade do entendimento. A unidade do concreto inclui o suprassumir-se, inclui tudo o que foi negado. Um exemplo é a Demonstração, se a entendemos como a entende o matemático, estamos aceitando apenas uma parte, por isso olhamos a *Demonstração* com o sujeito que a faz e como a expõe, ao menos. Esta é a unidade concreta. O concreto consiste em olhar as coisas todas simultaneamente, assumir este ponto de vista é o resultado da dialética.

A Matemática encarada como Conceito poderá ser tomada como verdadeira e não excluirá de si nenhum de seus momentos, suas práticas sociais, sua realidade. Irá além das determinidades estabelecidas pelo entendimento, nada se modifica em seu conteúdo.

Aquilo que deixa sair fora de si aquilo que ele é e ao mesmo tempo fica em si mesmo, é o conceito. O conceito nos apreende, somos sujeitos do conceito. O conceito é aquilo que nos expressa, é livre. O 'eu' que pensamos estar atrás do que dizemos é o que está na frente. O 'eu' é aquilo que aparece quando falamos, o que realmente fala é o conceito expresso por nós. O conceito é a potência, é o que faz o mundo, é criador. O conceito já está na ordem da linguagem e o usamos neste sentido, o entendimento é uma abstração para negar essa participação do conceito, pois pretende separar conceito, a forma e o conteúdo.

> *"(...) o conceito permanece junto a si mesmo em seu processo, pelo qual nada é posto de novo segundo o conteúdo, mas apenas se põe em evidência uma mudança de forma"* [Hegel, 1995: 294]

> *"(...) o conceito é antes o princípio de toda a vida, e assim, ao mesmo tempo, o [que é] pura e simplesmente concreto"* [Hegel, 1995: 292].

O concreto é síntese de múltiplas determinações reunidas: a singularidade, a particularidade e a universalidade. O concreto, a partir da clínica lacaniana, é o Grande- Outro. A singularidade é o sujeito que advém na enunciação; a particularidade é o caso que gera a universalidade, a teoria. A teoria fala daqueles casos e os casos avançam a teoria.

Conclusão

O que torna difícil a leitura de Hegel? A resposta imediata é: ler Hegel sem sair de Hegel. Bernard Bourgeois diz, comentando a *Enciclopédia*, *"Muitos "ultrapassaram" Hegel, mas sem passar por ele"*. E o que há, afinal, nesta leitura que faz com que não consigamos estar nela? Há uma profundidade tão imanente, há necessidade de viver o próprio texto e há que se desejar não fugir dele, ler Hegel em Hegel. Algo que facilmente escorrega entre os dedos, se não nos deixamos tomar por esta idéia.

O texto matemático – que pretende mostrar a Demonstração como produto final, quando são colocadas hipóteses e tese – é apenas uma finitização da mesma pois a efetividade do texto está no exercício que alguém faz diante dele.

A Demonstração, da mesma forma, só se torna efetiva quando alguém está discursando a partir dela, quando a determinidade fixa é ultrapassada. Não tomar este caminho é excluir da ciência sua verdade, é fazer uma limitação, é fazer uma negação do movimento dialético de até então, é não querer incorporar na Demonstração o demonstrador e as situações envolvidas na elaboração, no questionamento, nas escolhas, nos aceites. É dizer: 'esta é a Demonstração seja quem for que a compôs.'

Isto incorre na posição de excluir os processos subjetivos que estão também presentes na sala de aula, nega-se o inconsciente.

Agradecimentos

É imprescindível tornar manifesto os agradecimentos ao subgrupo "Leitura de Hegel" *do Grupo de Pesquisa-Ação de Rio Claro (GPA – RC) que, sob a coordenação do Prof. Dr. Roberto Ribeiro Baldino, permite o desenvolvimento destas idéias iniciais que ora nos tomam.*

Bibliografia:

HEGEL, G. W. F. (1995). Enciclopédia das Ciências Filosóficas em Compêndio. Vol. 1. A Ciência da Lógica. Texto completo, com os adendos orais, traduzido por Paulo Meneses, com a colaboração de José Machado. São Paulo (SP): Loyola.

LACAN, J. (1995). O Seminário. Livro 20. Mais, ainda. Rio de Janeiro (RJ): Jorge Zahar Editor.

ZIZEK, S. (1988). O mais sublime dos histéricos. Hegel com Lacan. Rio de Janeiro (RJ): Jorge Zahar Editor.

Um trabalho com universitários com dificuldades persistentes em Matemática

Ana Maria Macelra Pires
Orientador: Prof. Dr. Roberto Ribeiro Baldino
Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro – SP

Introdução

Neste artigo, apresento a pesquisa que realizei junto ao Grupo de Pesquisa-Ação em Educação Matemática, na Universidade Estadual Paulista, UNESP, *campus* de Rio Claro, a partir de 2000. O trabalho trata do fracasso do ensino e da aprendizagem em Matemática, através da *ação diferencial auto-regulada*, própria da linha de investigação adotada pelo GPA-RC: *análise dos condicionantes da sala de aula e intervenção pedagógica.*

A pesquisa

Em minha carreira docente, vejo-me mobilizada a trabalhar com alunos que apresentam dificuldades na aprendizagem da Matemática, buscando atendê-los fora do horário de aula. Houve várias iniciativas, nas quais o meu olhar era o da professora buscando alternativas para sanar essas dificuldades. Mas, a bagagem de experiência aliada aos estudos realizados durante a minha trajetória indicavam a ausência de fundamentação para análise dos resultados desse trabalho. Essa preocupação levou-me a buscar o Mestrado em Educação Matemática na UNESP, em Rio Claro, e, posteriormente, à elaboração do projeto de dissertação, objeto deste artigo: Um trabalho com universitários que apresentam dificuldades persistentes em Matemática.

Aqui cabe um esclarecimento: ao utilizar a expressão – universitários que apresentam dificuldades persistentes em Matemática – refiro-me aos alunos que apresentam dificuldades em trabalhar com o objeto matemático e que, apesar da aparente busca de caminhos alternativos para resolvê-las, elas persistem.

O local de realização da pesquisa de campo é a Universidade Guarulhos (UnG), uma instituição particular de ensino superior, na Unidade 1, localizada na região central do município de Guarulhos, em São Paulo.

Os participantes, desse trabalho, são universitários que ingressaram, no curso de Matemática, na referida instituição, em 1999. Alguns deles foram selecionados, através do vestibular unificado da VUNESP, e outros foram classificados, através do processo seletivo da UnG. Algumas características gerais dessa turma de 99 foram identificadas: predominância de interrupção dos estudos, anterior ao ingresso na Universidade; idade dos ingressantes, em sua maioria, superior aos vinte e dois anos; predomínio dos universitários responsáveis pelo seu sustento e pelo custeio dos estudos, além da responsabilidade com familiares; tempo insuficiente dedicado aos estudos.

Essas informações foram recolhidas através de questionário, aplicado por mim, em sala de aula. Esse instrumento de observação direta foi elaborado, segundo Thiollent (1987),

utilizando uma combinação de perguntas fechadas, perguntas com propostas de diversas alternativas e perguntas livres. Ao estruturar esse questionário, busquei não agrupá-las por tema, tendo em vista "a superação do 'efeito de contaminação' que consiste no condicionamento da resposta a uma pergunta em função das perguntas imediatamente anteriores". [Thiollent, 1987:32]

A pesquisadora sou eu, professora desses alunos, em 99, na disciplina que faz a interface entre os Ensinos Médio e Superior; em 2000 e em 2001 nas disciplinas Instrumentação e Prática de Ensino da Matemática.

Esses universitários, em 99, já revelaram, em sua fala ou em seu olhar, o desconhecimento ou a incompreensão do objeto matemático que estávamos estudando. Naquela época, tendo em vista evitar o eminente fracasso escolar desses estudantes, eu iniciei o Grupo de Estudos, onde eles se organizavam espontaneamente, em pequenos grupos, tentando resolver questões que eu lhes havia proposto. Eu os atendia quando não conseguiam solucionar a problema ou quando não chegavam a um consenso. Então, procurava conduzi-los, por indução, à resposta correta. Por vezes, quando percebia que as dúvidas eram comuns entre os grupos, dirigia-me ao quadro de giz e explicava, através de exposição dialogada com eles.

Em 2000, então aluna regular do programa, sob a orientação do Prof. Dr. Ribeiro Baldino, inicio minha participação no Grupo de Pesquisa-Ação em Educação Matemática e tomo, junto a esse grupo a metodologia de pesquisa e a pergunta diretriz da mesma: *Quais as conseqüências de uma tentativa de combate ao fracasso escolar de alunos universitários através da estratégia de Grupo de Estudos?*

Adoto a definição consagrada entre os pesquisadores e os participantes do GPA, que tem funcionado como guia nesse grupo [Baldino et al., 2000], de Michel Thiollent: "a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo".[Thiollent, 1998:14]

Participo, a partir desse ano, do fórum desse grupo. O pivô do GPA são as reuniões que ocorrem sistematicamente aos sábados, das 11 às 12 horas, onde "participam tantos quantos tenham alguma afinidade com o tema da pergunta-ação".[Baldino, 1999: 222]

O Grupo de Pesquisa-Ação em Educação Matemática – GPA-RC estabeleceu em 1993, ano de sua fundação, "a pergunta-ação diretriz:

Plano prático: como reduzir o quadro geral de fracasso do ensino da Matemática?

Plano teórico: qual o papel das rotinas de sala de aula na permanência desse fracasso?" [Baldino, 1999: 222]

Com essa pergunta-ação-diretriz identifico-me e, fazendo parte desse Grupo, tomo minha própria prática como objeto de pesquisa. A partir das reflexões que faço, no GPA-RC, vou formando-me como professora-pesquisadora, como agente, encarrego-me de conduzir o ensino, colher, analisar e relatar dados.

É nesse Grupo que preparo a cena para a minha ação junto aos meus alunos, exercendo a docência a partir da margem de liberdade que tenho como professora da Universidade. Realizo o que se espera que eu faça, porém com alguma inflexão: aquilo que

considero necessário àqueles universitários. Essa ação é tida como ação diferencial auto-regulada, que consiste da "técnica de inserção da pesquisa-ação na sala de aula a partir da margem natural de liberdade do professor". [Baldino, 1999: 223]

Assim, a realização do Grupo de Estudos tem sua continuação em 2000, porém apresentando modificações:

- ✓ incorporação de minha crença: o aluno que não aprende, que apresenta dificuldades persistentes, é porque ele trata o objeto matemático através de regras, fatos e algoritmos desprovidos dos seus porquês.
- ✓ identificação dos alunos com dificuldades persistentes, resultante de três momentos: apliquei-lhes atividade individual diagnóstica versando sobre conteúdo do Ensino Fundamental; procurei tratar os erros apresentados a partir dos porquês matemáticos; propus-lhes atividade para ser realizada em grupos pequenos sobre o mesmo conteúdo; apliquei-lhes atividade individual para a avaliação dos resultados.
- ✓ redução de participantes no *Grupo de Estudos*, em relação ao trabalhado em 99. Os universitários que tiveram participação efetiva, nesse trabalho, figuram como personagens na investigação. Eles foram constituídos a partir do referido questionário e de entrevista semi-estruturada, subsidiados por Thiollent (1987) e Cabral (1992).
- ✓ introduzi, nos encaminhamentos, outras estratégias para buscarem os porquês no tratamento do objeto matemático, por exemplo: uso do dicionário, uso de artefatos didáticos como Material Dourado Montessori e "Material de Frações".

Parecia-me que estava no caminho certo. Havia mudanças no aluno ao trabalhar o objeto matemático.

Mas, quando estava considerando que o trabalho de campo está próximo do final, sou surpreendida por uma situação que ocorreu com uma das personagens. Ela apresentou a questão que não conseguia resolver. Comecei a trabalhá-la, através de indagações, procurando chegar ao ponto onde eu pudesse perceber onde estava a sua dúvida ou o seu erro. É quando chegamos ao inesperado por mim.

Eu relato o episódio no GPA e, através de questionamentos dos seus participantes, dou-me conta de que ... Não havia fracasso!

O meu olhar muda.

Busco compreender o que aconteceu no trabalho que vinha realizando com esses alunos. Procuro, sob orientação, subsídios para fazer essa análise na teoria dos grupos operativos de Pichon-Rivière.

Teoria dos grupos operativos de Pichon-Rivière

"O grupo operativo é um grupo centrado na tarefa que tem por finalidade aprender a pensar em termos de resolução das dificuldades criadas e manifestadas no campo grupal, e não no campo de cada um de seus integrantes. (...) também não está centrado exclusivamente no grupo (...), mas sim em cada aqui-agora-comigo na tarefa que se opera em duas

alimentos), constituindo, de certa forma, uma síntese de todas as correntes." [Pichon-Rivière, 2000: 146] (grifo meu)

Mas, "todo grupo se propõe explícita ou implicitamente uma tarefa, que constitui seu objetivo ou finalidade." [Pichon-Rivière, 2000: 159]

Assim, "o grupo é transformado através da tarefa (...) em um verdadeiro grupo operativo quando, baseado em progressivos esclarecimentos, há um reajuste nos papéis, uma maior heterogeneidade entre seus membros e uma maior homogeneidade na tarefa." [Pichon-Rivière, 2000: 56] (grifo meu)

Para isso, "alguns conceitos são (...) propostos para se examinar, nas relações estabelecidas num grupo, o próprio movimento de mudança que se pode operar com seus integrantes: afiliação, pertinência, pertença, cooperação, comunicação, aprendizagem e telê. São esses conceitos, denominados vetores, que possibilitam uma forma de avaliar a construção ou emergência de uma figura de interação grupal sobre um fundo de sociabilidade sincrética." [Cabral, 1992: 103]

Esclarecendo-os, coloca Pichon-Rivière: o primeiro vetor de tal categorização inclui os fenômenos de afiliação ou identificação com os processos grupais, com os quais, no entanto, o sujeito guarda uma determinada distância, sem incluí-se totalmente no grupo. Esse primeiro momento de afiliação, próprio da história de todo grupo, converte-se mais tarde em *pertença*, uma maior integração ao grupo. Ele entende por pertença o sentimento de integrar um grupo, o identificar-se com os acontecimentos e vicissitudes desse grupo. Explicita que: a *cooperação* consiste na contribuição, ainda que silenciosa, para a tarefa grupal; a *pertinência* consiste no centrar-se do grupo na tarefa prescrita e no seu esclarecimento; e a *comunicação* que se dá entre os membros pode ser verbal ou pré-verbal, através de gestos (metacomunicação). [Pichon-Rivière, 2000: 170-171] Segundo Cabral, *aprendizagem* é a apropriação instrumental da realidade para modificá-la, relação dialética mutuamente modificante e enriquecedora entre sujeito e meio. [Cabral, 1992: 103] Por fim, Pichon-Rivière apresenta *telê* como disposição positiva ou negativa para trabalhar com um membro do grupo. Isso configura o clima, que pode ser traduzido como transferência positiva ou negativa do grupo com o coordenador e dos membros entre si. [Pichon-Rivière, 2000: 171]

Algumas considerações

Diante da teoria dos grupos operativos de Pichon-Rivière,

✓questiono a pedagogia assumida por mim no *Grupo de Estudo*

"As técnicas empregadas pelo coordenador (..) do grupo consistem em criar, manter e fomentar a comunicação, que vai adquirindo um desenvolvimento progressivo em forma de *espiral*. Dessa maneira o grupo aprende, comunica-se, opera e alivia-se da ansiedade básica." [Pichon-Rivière, 2000: 56-57]

✓reconheço a aprendizagem ocorrida em mim no *Grupo de Estudos*

"... não devemos esquecer o seguinte: identificar basicamente o ato de ensinar e aprender com o ato de inquirir, indagar ou investigar, caracterizando assim *a unidade do ensinar-aprender* como uma contínua experiência de aprendizagem em espiral, na qual

em um clima de plena interação, professor e aluno – ou grupo – indagam, descobrem-se ou redescobrem-se, aprendem e se ensinam." [Pichon-Rivière, 2000: 98]

✓identifico o vetor pertença no *Grupo de Estudos*, através da personagem *Elisa: "Ah, mas na frente dos outros eu tinha vergonha, mas no Grupo de Estudos, não. Lá eu perguntava. Porque, no Grupo, todos que estavam ali tinham a mesma dificuldade. Dentro da sala de aula, não. Quando alguém fazia uma pergunta, era logo taxado. Então, eu não fazia a pergunta. Eu ficava quieta. O que eu precisava perguntar, eu levava para o Grupo, porque ninguém ia gozar de mim. Lá eu me sentia à vontade para perguntar qualquer coisa. (...) Porque ninguém ia rir de mim; estavam todos no ... no mesmo barco."*

Bibliografia

BALDINO, Roberto Ribeiro. Pesquisa-Ação para Formação de Professores: Leitura Sintomal de Relatórios. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org.). Pesquisa em Educação Matemática: Concepções &. Perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999. p.221-245.

BALDINO, R. R., CARRERA de SOUZA, A. C. e LINARDI, P. R. Pesquisa-Ação Diferencial. GPA, IGCE, UNESP, Rio Claro, 2000

CABRAL, Tânia Cristina Baptista. Vicissitudes da Aprendizagem em um Curso de Cálculo. Volumes delta e epsilon. Tese (Mestrado). UNESP, Campus de Rio Claro. Rio Claro: UNESP, 1992. 212p.

PICHON-RIVIÈRE, Enrique. O Processo Grupal. Tradução de Marco Aurélio Fernandes Velloso. 6 ed.. São Paulo: Martins Fontes, 2000. 239p.

THIOLLENT, Michel. Metodologia da pesquisa-ação. 8 ed. São Paulo: Cortez, 1998. 107p

_____ Crítica Metodológica, Investigação Social e Enquete Operária. 5 ed. São Paulo: Poli, 1987. 270p.

Um Esboço da Análise de Trabalhos Desenvolvidos em um Curso de Ciências Biológicas, num Ambiente de Modelagem Matemática

Ana Paula dos S. Malheiros
Orientador: Marcelo C. Borba
UNESP – Rio Claro

Introdução

O objetivo da pesquisa que estou desenvolvendo, em nível de mestrado, é investigar como os alunos manipularam conteúdos matemáticos em um ambiente onde a Modelagem Matemática foi utilizada como estratégia pedagógica. Para isso, estou realizando um estudo dos trabalhos, realizados nesse ambiente, provenientes de temas escolhidos e desenvolvidos por estudantes de graduação, ao longo de dez anos (1993 – 2002), na disciplina "Matemática Aplicada", ministrada no primeiro semestre do primeiro ano no Curso de Ciências Biológicas da UNESP, campus de Rio Claro.

A metodologia que esta sendo utilizada no desenvolvimento desta pesquisa é do tipo qualitativa, pois esta possibilita um conhecimento mais profundo da realidade escolar, não se limitando apenas às descrições numéricas. Segundo Alves-Mazzotti & Gewandsznajder (1998, p. 131), "a principal característica das pesquisas qualitativas é o fato de que estas seguem a tradição 'compreensiva' ou interpretativa". Os documentos, no caso, as versões preliminares e finais dos trabalhos elaborados por estudantes, além das gravações em fitas de vídeo das exposições orais dos mesmos, estão sendo utilizados por mim para o desenvolvimento da análise. Além disso, a turma do curso noturno de 2002 foi observada ao longo de todo o semestre. Considero relevante salientar este fato, pois a partir do acompanhamento desta turma pude perceber como ocorre a relação professor-aluno ao longo do desenvolvimento dos trabalhos, como é abordado o enfoque experimental, que é "...uma prática onde problemas abertos são propostos pelo professor e onde há uma exploração em grupos do tema relacionado à Matemática." (Borba, 1999, p.26), adotado pelo docente e como este pode interferir no desenvolvimento dos trabalhos, entre outros. Embora tenha observado apenas uma das turmas que vou analisar, acredito que isso contribuirá para que a discussão dos dados seja feita a partir de uma triangulação dentro da metodologia utilizada, que "... tem por objetivo abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão do objeto de estudo" (Goldenberg, 1999, p. 63), tentando assim, atingir um maior índice de confiabilidade para a pesquisa em questão.

O enfoque deste estudo se diferencia dos já realizados nesta área na medida em que ao invés de investigar um grupo ou uma turma, observarei a produção de catorze turmas distribuídas no período citado anteriormente (a partir de 1998, a UNESP passou a oferecer o curso de Ciências Biológicas, além do período integral, no noturno) e, com isso, desenvolverei um estudo longitudinal, buscando verificar as formas que a Matemática se apresenta nestes trabalhos.

A análise dos dados está em fase inicial. Pretendo, através dessa, levantar emergencialmente temas para mapear os dados. Com isso, espera-se que ela possa trazer indícios do conhecimento matemático utilizados pelos alunos e de como a Matemática se apresenta quando a Modelagem é utilizada como estratégia pedagógica. Neste artigo

apresentarei uma pequena parte dos dados, referentes aos trabalhos desenvolvidos pelos alunos da turma do período noturno no ano de 2001.

Justificativa

Usualmente, as disciplinas de Matemática que são ministradas nos diversos cursos de graduação dão grande ênfase às técnicas de resolução de exercícios, e se preocupam pouco com aplicações relacionadas ao cotidiano dos estudantes (Jacobini, 1999). Os exemplos que são mencionados em sala de aula apenas reforçam as aplicações dos conteúdos, geralmente baseados em dados fictícios, desvinculados da realidade do aluno.

A Modelagem é utilizada por diversos educadores (Borba, Meneghetti e Hermini, 1999; Jacobini, 1999; Skovsmose, 2000; Barbosa, 2001; Araújo, 2002) como uma das alternativas para o ensino convencional, tentando relacionar os conteúdos matemáticos com questões que estão "fora" da Matemática, dependendo da necessidade, realidade e curiosidade dos alunos.

Porém, pouco se tem estudado sobre como os alunos têm trabalhado com a Matemática quando esta é utilizada juntamente com a Modelagem, já que a maioria das pesquisas mostram como a Modelagem pode ser utilizada em sala de aula. Acredito que a relação que os alunos têm com a Matemática, ao trabalharem com a Modelagem, é importante para que pesquisadores, professores e professores-pesquisadores possam compreender melhor como os alunos utilizam conteúdos matemáticos quando vivenciam esta estratégia pedagógica.

Contexto do Estudo

Este estudo é baseado nos trabalhos de Modelagem desenvolvidos por alunos da disciplina "Matemática Aplicada" do curso de Ciências Biológicas, da UNESP, campus de Rio Claro, desde 1993 até 2002, que teve o mesmo docente responsável ao longo deste período.

Podemos dividir o enfoque pedagógico utilizado pelo professor na disciplina citada acima a partir da articulação entre experimentação e Modelagem. Para trabalhar com a Modelagem, no início de cada semestre ele propõe para os alunos que, em grupos, escolham um tema qualquer de interesse deles. A partir de então, devem desenvolver um trabalho, ao longo do semestre, pesquisando sobre o tema escolhido, tentando relacioná-lo com conteúdos matemáticos, entregando versões preliminares para que o docente possa contribuir com encaminhamentos para um melhor desenvolvimento dos mesmos. Como não há um número de versões estipuladas, cada grupo entrega quantas julgar necessário.

No final do semestre cada grupo realiza uma apresentação oral para os seus colegas e para o professor, a qual é vídeo-gravada. A versão final do trabalho escrito é entregue em uma data pré-determinada pelo professor, independente da data da apresentação oral, que ocorre antes da data final de entrega, para que os estudantes possam incorporar os comentários e sugestões que surgem durante a apresentação oral na versão final escrita.

Para introduzir o enfoque experimental, durante as aulas o docente utiliza Tecnologias Informáticas (TI), como calculadoras gráficas e computadores para o ensino de funções, limites, derivadas e integrais.

A média final dos alunos é composta da seguinte maneira: duas provas, que equivalem a 70% da nota final, e os trabalhos, 30% da nota final dos alunos, sendo que a nota final dos trabalhos é uma média do trabalho escrito e da apresentação oral. Sempre que possível, o professor proporcionava pequenas discussões sobre os trabalhos durante as aulas.

Os Trabalhos

Os trabalhos analisados da turma citada anteriormente, num total de seis, possuem os temas: "Bomba Atômica", "Filariose" (doença causada por parasitas, como a elefantíase), "Atividades Vulcânicas", "Pirâmides Egípcias", "Investigação de Paternidade" e "Aspectos Gerais de Acidentes com Animais Venenosos". Como é possível perceber, os temas escolhidos são os mais variados, e os alunos justificam suas escolhas tanto nas versões escritas quanto na apresentação oral. Porém, como este não é o objetivo da minha análise, esta questão não será discutida.

Cada grupo possui uma hora para expor seu trabalho, sendo esta dividida da seguinte forma: os alunos possuem de 20 a 30 minutos para a apresentação e o restante do tempo é utilizado para perguntas e discussão sobre o mesmo.

Análise dos Trabalhos

Os trabalhos foram analisados um a um, e o início se deu pela leitura das versões preliminares, numa tentativa cronológica (da primeira até a última), quando era possível, já que nem todas estavam datadas, e depois a versão final. Não há um número exato de versões, embora o professor sempre enfatizasse a importância das mesmas para que a sua contribuição fosse possível. Em todas elas há anotações e sugestões do docente, na tentativa de estabelecer um "diálogo" com os alunos, para que os mesmos pudessem desenvolver e enriquecer a pesquisa, na tentativa de estabelecer uma conexão entre conteúdos matemáticos e o tema escolhido. As sugestões não eram impostas para os alunos, ficando a critério do grupo decidir o melhor caminho para o desenvolvimento do trabalho.

Durante as leituras foram assinalados trechos que me chamaram a atenção. Escrevia as primeiras observações que julgava importante. Após realizadas as leituras, assistia a apresentação oral, anotando tudo o que considerava relevante. Muitas dúvidas que surgiram durante a leitura das versões escritas foram sanadas com a apresentação oral, tanto por parte das explicações dos alunos, como a partir de questões levantadas após a exposição, onde os alunos verbalizavam os conteúdos, tornando o entendimento mais fácil para mim.

Na sua grande maioria, as versões finais dos trabalhos possuíam uma boa estrutura, com introdução, desenvolvimento do tema e conclusão. Porém, desde as primeiras versões, foi identificado pelo professor e por mim, posteriormente, que, muitos trechos foram copiados de livros e sites da Internet. A falta da voz dos alunos nos textos é notável, talvez pela falta de experiência dos mesmos no desenvolvimento de trabalhos desta natureza. Além disso, os dados, muitas vezes não foram discutidos como sugeridos na apresentação. Como já salientei, a versão final do trabalho é entregue após a apresentação oral, e nela, ocorre uma discussão rica dos dados presentes nos trabalhos, tanto por parte do professor, quanto da turma e possíveis convidados (estagiários, alunos de outros anos, entre outros), através de perguntas, sugestões e propostas. É sugerido que esta discussão seja incorporada ao trabalho final,

porém pude constatar esta incorporação em apenas um dos trabalhos analisados. Isso pode ter ocorrido devido a diversos fatores, como a falta de tempo dos alunos no final do semestre, por exemplo, ou pela inexperiência dos mesmos com trabalhos científicos no primeiro ano de graduação.

O que mais me chamou a atenção foi a grande diferença do conhecimento matemático nos conteúdos apresentados no trabalho escrito e, depois, ao assistir sua apresentação oral. Nas versões escritas, alguns dados surgem sem qualquer explicação, ficando difícil para o leitor entender o porquê de sua presença, qual sua relevância. Hipóteses e conclusões são desenvolvidas sem que o raciocínio para chegar até elas seja explicado, ficando difícil para o leitor compreender alguns trechos. Já durante a apresentação oral, os estudantes se mostraram seguros ao explicar os conteúdos e conceitos presentes em seus trabalhos, deixando claro seus objetivos, análises e conclusões.

Um dos exemplos desta diferença está presente no trabalho "Aspectos Gerais de Acidentes com Animais Venenosos". Em todas as versões apresentadas, o aluno (este trabalho excepcionalmente foi realizado por apenas um aluno) escreveu que iria relacionar um certo gráfico do número de acidentes com animais venenosos pela faixa etária das vítimas com uma função do tipo exponencial. Porém, devido a observação realizada junto a uma turma e análise da ementa da disciplina, pressupus que o aluno ainda não havia estudado funções exponenciais naquele curso quando elaborou as primeiras versões do trabalho.

Então, algumas hipóteses foram levantadas por mim, entre elas, que o aluno possuía um conhecimento prévio das funções exponenciais, fato que não seria incomum, já que alguns colégios trabalham com este conteúdo no Ensino Médio. Mas, durante a exposição oral, o aluno falou que optou em fazer esta relação porque o professor havia indicado a leitura de um capítulo de um livro didático, utilizado durante a disciplina, mas que ainda não havia sido estudado pela turma quando ele começou a desenvolver sua pesquisa, para que ele pudesse entender e analisar o comportamento dos dados que possuía. Após estudar este capítulo, ele pode perceber que as funções exponenciais eram as que mais se aproximavam dos dados que ele possuía, possibilitando uma melhor análise dos dados.

Ele mostrou que possuía um certo domínio sobre as funções exponenciais durante a exposição do trabalho, e, mesmo que ele e a turma já tivessem visto o assunto no momento da apresentação, ficou evidente que o estudo realizado pelo aluno foi além do que foi estudado em sala de aula.

O episódio ilustrado acima também deixa claro outro fator de extrema importância, que pode ser evidenciado em todos os trabalhos, porém com diferente intensidade. A influência do professor variava de acordo com o interesse e as possibilidades de cada grupo. Pode-se perceber nos trabalhos um grau de envolvimento, maior ou menor com o docente, e esta variação se deu principalmente em função da disponibilidade do grupo, do número de versões entregues e, do tema escolhido. Por exemplo, no trabalho sobre "Atividades Vulcânicas" , os alunos perceberam que poderiam esboçar gráficos de cada um dos oito processos de erupção apresentados por eles, porém isso não foi possível pois eles não conseguiram obter dados suficientes para tal. Eles visualizaram, com a ajuda do professor, conteúdos matemáticos possíveis de serem explorados no trabalho (pude constatar isso através das versões preliminares), porém não encontraram dados para explorá-los, como mostra a observação escrita no trabalho final: "Não há possibilidade de descrevermos diferentes tipos de funções matemáticas relacionando os oito processos de erupção pelo fato de não dispormos de

informações básicas para a elaboração de gráficos, como por exemplo, a velocidade da lava, o tempo de erupção, etc. Enfim, não há nenhum dado estatístico ou matemático".

No trabalho "Bomba Atômica", embora certos encaminhamentos tenham sido feitos, na versão final não foi apresentado nenhum resultado matemático relacionado com o tema, embora eles tenham escrito em versões preliminares que iriam trabalhar com certos conteúdos matemáticos baseados no tema. Talvez, como no trabalho anterior, os estudantes não tenham conseguido dados suficientes para desenvolver o que eles haviam proposto, como em uma das versões, onde eles afirmaram que "...demonstraremos outros tipos de gráficos e equações sobre a liberação de energia nuclear. Estes serão entregues na parte final do trabalho escrito...". Na versão final do trabalho escrito, não há esses gráficos nem uma justificativa do porquê eles não foram feitos.

Um outro fato que chamou atenção nas apresentações orais foi a explicação, por parte do docente e com a participação da turma, de conceitos matemáticos, em sua grande maioria estudados durante a disciplina. Através de questões sobre os dados apresentados, ele levou a turma a refletir sobre gráficos e comportamento de funções, taxas de variações e, principalmente, o porque determinado raciocínio fazia ou não sentido. No trabalho "Aspectos Gerais de Acidentes com Animais Venenosos", o aluno é questionado sobre a tabela a seguir, que mostra a distribuição de casos de acidentes ofídios no Brasil (Fonte: Secretaria da Saúde das UFs), apresentada para a turma:

Períodos Estudados	1987	1988	1989
Reglão Norte	24,49	25,36	23,49
Região Nordeste	10,8	7,44	6,01
Reglão Sudeste	30,98	33,6	36,57
Região Sudeste	15,29	13,35	13,56
Reglão Sul	14,69	12,94	15,73
Média Nacional	15,48	13,71	13,96

A questão proposta era se fazia sentido pensar em um gráfico para a tabela e, se sim, que tipo de gráfico seria. O aluno se dirigiu até o quadro e desenhou o gráfico que possuía, no eixo x, as regiões brasileiras e, no eixo y, o número de acidentes. O gráfico traçado por ele era de intervalos de curvas unidos – para cada intervalo de região tinha-se uma "curva". Após breve discussão entre a turma, o professor pergunta primeiramente porque aquela ordem de regiões (porque primeiro a região Sul e não a Sudeste, por exemplo). Como o aluno não soube responder, o docente explicou que o gráfico desenhado por ele não fazia sentido, já que o conjunto das regiões não era ordenado, não havia variação. Após esta explicação, o docente questiona se é possível fazer um gráfico como o aluno estava pensando, com os dados da tabela acima. Depois de algumas conversas, um aluno responde que é possível fazer um gráfico para cada região em função do tempo, por exemplo.

O exemplo acima é apenas um, entre tantos que ocorreram durante as apresentações orais. Ao analisar as fitas de vídeo, fica claro que muitos dos alunos têm domínio do tema do trabalho e, conseqüentemente, da Matemática envolvida no mesmo.

Porém eles não conseguem discutir suas análises e conjecturas nos trabalhos escritos, e quando escrevem, não utilizam o formalismo matemático convencional, e sim o português onde nem sempre a nomenclatura utilizada possui o mesmo significado para os matemáticos. Na apresentação de um dos trabalhos, os alunos falam de limite máximo de uma função, se referindo, na realidade, ao ponto de máximo da mesma. Para eles o conceito estava claro, embora o nome utilizado tenha sido outro.

Os conteúdos matemáticos que apareceram nos trabalhos variaram entre diferentes funções, como as de primeiro grau, exponenciais, além do comportamento de gráficos e taxas de variação - a maioria dos conceitos estudados durante a disciplina. Também foi discutido qual o melhor "tipo" de gráfico para se analisar determinado conjunto de dados. Mas também houve uma grande abordagem sobre funções trigonométricas, probabilidade, razão, porcentagem, geometria plana, espacial, trigonometria e cálculo de volumes de sólidos, conteúdos estes que não faziam parte da disciplina.

Considerações Finais

A partir da primeira análise de uma pequena parte dos trabalhos, pude perceber que os mesmos possuem muitos detalhes e variações entre si. Alguns são muito ricos em conteúdos matemáticos, outros possuem várias versões preliminares, que facilitam o entendimento do processo. Notei que a escolha do tema influencia muito no desenvolvimento do trabalho, pois há temas que facilitam uma associação com a Matemática.

Além disso, houve uma contribuição histórica e cultural para a turma em todos os trabalhos, já que os temas eram bem diversificados e todos puderam ter acesso, por exemplo, aos costumes egípcios, fabricação de bomba atômica, entre outros.

Assim, pude constatar que os trabalhos, além de contribuírem para a formação cultural dos alunos, possibilitam que os mesmos relacionem conteúdos matemáticos com os temas que escolheram, independente se estes foram ou não estudados durante a disciplina. O trabalho de pesquisa, para que os alunos compreendam e analisem seus dados fez com que eles entrelaçassem a Matemática com os temas, mostrando que ela é uma "ferramenta" necessária para determinadas análises, como salientou um aluno em sua apresentação oral do trabalho "Investigação de Paternidade", dizendo que "a Matemática é uma ferramenta para confirmar a validade do teste".

Com esse esboço de análise, ficou claro que ainda é cedo para determinar os temas, pois os aspectos identificados comuns podem ser apenas desta turma. Embora eu tenha enfatizado ao longo de todo artigo que pretendo analisar o trabalho das catorze turmas, sei que esse número é muito extenso. Assim, acredito que será necessário estabelecer critérios para que ocorra uma seleção dos trabalhos, pois o tempo disponível para a conclusão do Mestrado possivelmente não permitirá que todos sejam analisados. Portanto, o próximo passo desta pesquisa será o estabelecimento de critérios para selecionar trabalhos que serão analisados, e a partir daí, começar a codificar os mesmos em busca de temas para que a análise possa ser realizada de maneira mais profunda.

Bibliografia

ALVES-MAZZOTTI, A. J. & GEWAMDSZNADJDER, F. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa.* São Paulo: Pioneira, 203 p., 1998.

ARAÚJO, J. L., *Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: As discussões dos alunos.* Rio Claro, 2002. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP

BARBOSA, J. C. *Modelagem Matemática: Concepções e Experiências de Futuros Professores.* Rio Claro, 2001. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP.

BORBA, M. C., Modelagem, Calculadora Gráfica e Interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de Ciências Biológicas. In: E. K. Fainguelernt, F. C. Gottlieb (Org.) *Calculadoras Gráficas no Brasil.* Rio de Janeiro: Art Bureau, 1999. p. 75-94.

BORBA, M. C., MENEGHETTI, R. C. G. & HERMINI, H. A., Modelagem, Calculadora Gráfica e Interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de Ciências Biológicas. In: E. K. Fainguelernt, F. C. Gottlieb (Org.) *Calculadoras Gráficas e Educação Matemática*, Rio de Janeiro: Art Bureau, 1999. p. 75-94.

GOLDENBERG, M., *A arte de Pesquisar* - Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 3ª Ed., Rio de Janeiro: Record, 1999.

JACOBINI, O. R. *A Modelação Matemática aplicada no ensino de Estatística em Cursos de Graduação.* Rio Claro, 1999. 2.v. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências e Ciências Exatas - UNESP.

SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica – A questão da democracia.* Editora Papirus, 2001.

Um Olhar Sobre O Paradidático de Matemática

Andréia Dalcin
Maria Ângela Miorim (Orientadora)
FE - UNICAMP

Esse texto é parte de uma dissertação de mestrado em andamento. Nele, pretendo situar histórica e socialmente o paradidático de matemática, bem como apresentar algumas considerações decorrentes da análise dos mesmos.

Há cerca de vinte anos os paradidáticos circulam por nossas escolas e, no entanto, ainda não existe uma discussão mais ampla a respeito de seus objetivos, metodologia ou eficácia no ambiente escolar. Sua divulgação é feita através das editoras que os distribuem em escolas das redes particular e pública de ensino. Mais recentemente, a distribuição em escolas públicas tem sido ampliada por intermédio do projeto *Lendo&aprendendo* desenvolvido pelo PNLD-SP desde 2001.

Para muitos professores tais livros acabam constituindo-se não apenas em um recurso a ser usado com os alunos, mas também como fonte de informação e estudo pessoal. Usados por alunos e professores, tais livros são lançados pelas editoras e seguem padrões gráficos, linhas e tendências de ensino que acabam por legitimar determinados conhecimentos em detrimentos de outros.

Ter como objeto de investigação os livros paradidáticos é, na verdade, um grande desafio. Desafio porque poucas são as pesquisas, textos e/ou análises cuja declarada intenção seja desvelar este gênero, as relações que se formam a partir deles e suas reais contribuições para o ensino da matemática no Brasil. Esta carência criou a necessidade de, em um primeiro momento, concentrar-se a pesquisa na busca de elementos principalmente históricos que pudessem auxiliar na compreensão do processo de origem, criação e relações entre paradidáticos e didáticos. Foram consultadas as teses de MUNAKATA (1997), ZAMBONI (1991), CURY (1997), RAMOS (1987), VIANNA (1995) além de vários artigos e textos. Autores como FREITAG (1989), SCHUBRING (1999) e COELHO (1991) contribuíram consideravelmente para com o desenvolvimento desta parte inicial da pesquisa. Em suma, o livro paradidático é muitas vezes definido como um livro que serve de apoio ao livro didático. Assim como os livros didáticos, os paradidáticos possuem a intenção de fazer parte do universo escolar, porém, seu papel é encarado, geralmente, como o de 'coadjuvante' enquanto o 'papel principal' seria o do livro didático. É inegável que existe uma forte relação entre esses dois gêneros de livros, entretanto, ambos ocupam espaços distintos e possuem características que os diferenciam não só quanto a "forma" mas principalmente quanto as possibilidades de utilização e os métodos de abordagem do conhecimento por eles utilizados. Porém, a partir da análise de páginas das editoras na internet, catálogos impressos, conversas informais com professores e com autores de paradidáticos, pode-se dizer que **não existe um consenso quanto a definição de paradidático.**

De modo geral e abrangente os paradidáticos são livros temáticos que têm a função de auxiliar no processo de aprendizagem num sentido mais amplo, podendo tanto ser consultados paralelamente ao livro didático ou até mesmo vir a substituí-lo, quanto ser utilizados em sala de aula ou extra classe, tendo vínculo ou não com um determinado sistema ou programa de ensino.

O paradidático entendido como auxiliar do ensino da Matemática se faz presente no Brasil desde as primeiras obras que buscavam aproximar a matemática da Literatura. **Monteiro Lobato** com a *Aritmética da Emília*, e **Malba Tahan**, cuja obra mais divulgada é *O Homem que calculava*, podem ser considerados os precursores do gênero de livro atualmente denominado de Paradidático de Matemática. É bom lembrar que o termo 'paradidático' teria sido utilizado originalmente pela Editora Ática, no início dos anos 80, período pós-regime militar. Tal palavra segundo ZAMBONI (1991, p.11), "*foi lançada numa política de 'marketing' com finalidade comercial por Giro Takashi, que na época trabalhava para a editora Ática*". A partir de então, muitas das obras já existentes a exemplo das coleções 'Para gostar de ler' (área de Língua Portuguesa) e 'Engenho Colonial' (área de História) passam a ser consideradas como paradidáticas. Já existiam obras com características semelhantes em outros países, principalmente da Europa e Ásia, todavia elas não recebiam a denominação "paradidáticos". Na realidade, esta palavra "*é uma invenção tipicamente brasileira: não que em outros países não existam livros que possam ser considerados "paradidáticos", mas falta-lhes o nome*"(MUNAKATA,1997. p.103).

Os livros paradidáticos ocupam um espaço intermediário entre a literatura infantil e o livro didático, e, apesar de sua curta história, originou um gênero particular de livro. Gênero este que recebe influência da literatura infantil através das ilustrações grandes, do colorido, das narrativas que valorizam a imaginação e a fantasia bem como, do 'caráter moralizante' que acompanhou boa parte da trajetória da literatura infantil e do **aspecto lúdico**. Já dos livros didáticos, herda o principal objetivo **ensinar** sistematicamente tendo em seu cerne um caráter fortemente ideológico que pode estar explicitado ou não.

Os livros paradidáticos de Matemática são lançados no Brasil a partir de 1986. Ao todo localizamos ao longo da pesquisa 68 livros voltados para o Ensino Fundamental, produzidos por autores brasileiros (com exceção da obra *Desenhos da África* de autoria de Paulus Gerdes que integra a coleção 'Vivendo a Matemática') e considerados paradidáticos. Tais livros apresentam as seguintes características gerais: são temáticos; exploram a relação entre as linguagens matemática, verbal escrita e das imagens priorizando o aspecto lúdico tanto no desenvolvimento do conteúdo como na organização do texto. Além disso, explícita ou implicitamente, tais livros privilegiam uma ou mais tendências do ensino da Matemática escolar. Não foram considerados, porém, os livros que apenas se constituem como uma coletânea de enunciados de atividades a respeito de um conteúdo específico pelo fato de tais obras não estarem articuladas em torno de um texto central seja ele uma narrativa, dissertação ou texto informativo, embora para algumas editoras este tipo de livro faça parte do grupo de paradidático.

Dentre este universo de 68 obras escolhi quatro coleções: 'A descoberta da Matemática'editora Ática, 'Vivendo a Matemática' editora Scipione, 'Contando a História da Matemática'editora Ática, 'Para que serve Matemática?'editora Atual e um título independente *Sistemas de Numeração ao longo da História* da editora Moderna, perfazendo um total de 46 livros que se constituíram no *corpus* da pesquisa. 'A descoberta da Matemática' e 'Vivendo a Matemática' foram as primeiras coleções do gênero e ambas surgem em 1986, daí a escolha. Já, 'Contando a História da Matemática' e a obra *Sistemas de Numeração ao longo da História* diferenciam-se pela proposta de abordar a História da Matemática. A coleção 'Para que serve Matemática?' foi selecionada dado seu caráter inovador, principalmente no aspecto gráfico. Além disso, estas obras são amplamente divulgadas e utilizadas no ambiente escolar constituindo-se as principais representantes do gênero. Também foram considerados como elementos de análise e confrontamento os catálogos impressos divulgados pelas editoras.

Em suma, o centro do processo de análise esteve na busca pela **investigação da relação entre a linguagem matemática, verbal escrita e das imagens ao longo das obras.** Cada uma das linguagens não pode ser considerada isoladamente sob pena de se comprometer o todo da obra. É importante enfatizar que "*pela linguagem os homens e as mulheres se comunicam, têm acesso à informação, expressam e defendem pontos de vista, partilham ou constroem visões de mundo, produzem cultura*" (PCNs Língua Portuguesa p.19). É por meio da linguagem que o homem passa a interagir com os outros homens e com o mundo. Neste sentido, a linguagem passa a ser encarada, também, como um sistema de atividades e ações construídas nas relações.

> "*Em síntese, pela linguagem se expressam idéias, pensamentos e intenções, se estabelecem relações interpessoais anteriormente inexistentes e se influencia o outro, alterando suas representações da realidade e da sociedade e o rumo de suas (re)ações*"(PCNs p. 20).

Por ter como conteúdo o conhecimento matemático escolar, o livro paradidático necessita apresentar e articular a língua materna escrita e a linguagem matemática. Porém, nem sempre a linguagem matemática é de domínio comum, o que dificulta o processo de leitura. A língua materna acaba exercendo no processo de leitura, dentre outras, a função de mediadora entre a linguagem matemática e seus símbolos e significados particulares. Além disso, como os paradidáticos possuem a intenção de ensinar de forma lúdica, a maioria dos autores opta por uma forma de abordar o conteúdo que valorize o prazer e a diversão durante o processo de aprendizagem, e assim, a linguagem das imagens e das cores também acabam sendo incorporadas ao texto por estarem de certa forma associadas ao belo, ao prazer e a arte.

Tendo em vista estas considerações, procurei contemplar na análise dos paradidáticos as diferentes funções e interações da linguagem matemática, linguagem verbal escrita (língua materna escrita) e linguagem das imagens (entendidas como ilustrações) ao longo do texto, considerando a intencionalidade da obra, a abordagem escolhida para a apresentação do conteúdo matemático e o estilo do autor. Devido a quase que total ausência de textos que tratem especificamente do assunto 'paradidático de matemática', o referencial teórico teve que ser construído a partir de vários autores que, ao longo da análise e leituras, foram se tornando significativos. Adentrei por várias áreas do conhecimento como História, História da Matemática e Educação Matemática, Linguagem, Imagens, Literatura... e temas variados a exemplo de livro didático, literatura infantil, história do livro e relação autor, editor e leitor entre outros. A cada tema novos autores eram consultados e estudados, porém, não me detive em nenhuma linha ou metodologia específica dentro de uma determinada área. Destacaria autores como MACHADO (1989), GARNICA (1992), CHARTIER (1997), CALADO (1994) dentre outros e os textos dos PCNs de Língua Portuguesa e Matemática como referenciais importantes.

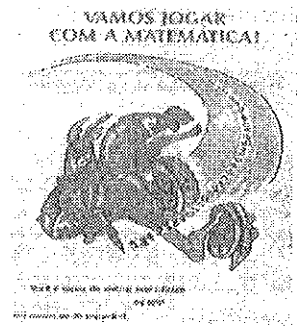
Tal pluralidade, apesar de rica, dificultou o desenvolvimento da pesquisa uma vez que inúmeros e tentadores eram os caminhos descortinados. Por fim, optei por valorizar aspectos gerais sem se perder de vista o todo das obras analisadas.

A partir das análises realizadas até o momento, agrupei os livros em três grandes categorias a partir da opção de abordagem do conteúdo, considerando as tendências de ensino da Matemática privilegiadas e a função das imagens na relação com a linguagem matemática e verbal escrita. Estas categorias seriam:

*** Paradidáticos que abordam o conteúdo matemático a partir de narrativas ficcionais** - Este grupo de livros caracteriza-se pela aproximação que fazem entre a matemática e a narrativa literária. O texto é construído a partir de uma 'história' fictícia onde os personagens vivenciam situações que os levam a 'descobrir' a matemática. As imagens passam a favorecer o processo de 'adentrar' na história, podendo exercer diferentes funções que vão desde ornamentar a obra, auxiliar na visualização de procedimentos de cálculos, servir de elo entre a linguagem verbal e matemática ou mesmo auxiliar na organização do pensamento no processo de resolução de alguma situação problema. A linguagem matemática ocupa um espaço significativo ao longo da obra e aparece sempre mediada pela linguagem verbal podendo estar ou não inserida em imagens. Evidenciamos que, em muitos momentos, a narrativa acaba tornando-se apenas uma nova roupagem para apresentar o conteúdo da forma tradicional uma vez que se segue praticamente a mesma seqüência lógica desenvolvida pelos livros didáticos tradicionais. Além disso, na maioria dos casos, mesmo quando se desloca o cenário da sala de aula para outro lugar como uma ilha, por exemplo, a relação entre quem ensina (professor) e quem aprende (aluno) permanece, os diálogos, são aqueles mesmos da sala de aula e as justificativas e argumentos seguem o padrão tradicional. O grande problema, arriscaria dizer, está no enredo que via de regra é fraco e pouco interessante principalmente os da coleção 'A descoberta da Matemática'. Porém, a idéia original de aproximação entre o ensino da matemática e a narrativa literária perseguida por Malba Tahan e Monteiro Lobato na década de trinta não pode ser abandonada. Fazem parte desta categoria os livros da coleção 'A descoberta da Matemática'e os livros *A Terra dos Noves-Fora*, *Brincando com Números* e *Polígonos, Centopéias e outros Bichos* da coleção 'Vivendo a Matemática'. Autores como: MALBA TAHAN (1957), EGAN (1994) e VERGANI (1993) dentre outros contribuíram para o aprofundamento teórico desta parte da pesquisa.

*** Paradidáticos que abordam o conteúdo matemático a partir da História da Matemática** - Fazem parte desta categoria as obras que têm a declarada intenção de desenvolver o conteúdo matemático a partir de seu enfoque histórico. Integram esta categoria as obras da coleção '*Contando a História da Matemática*', os títulos: *A numeração indo-arábica*, *Medindo* Comprimentos, *Lógica? é Lógico* da coleção 'Vivendo a Matemática' e, o livro *Sistemas de Numeração ao longo da História*. Tendo como referencial teórico os autores MIGUEL (1993) e VIANNA (1995) pode se constatar que a História da Matemática constitui-se na maioria dos casos apenas como um pretexto e não um método que realmente valorize elementos históricos como parte do processo de construção do conhecimento matemático. A história da Matemática resume-se à apresentação de alguns procedimentos de cálculos realizados por povos da antiguidade, evidencia a contribuição de algum personagem 'famoso' a exemplo de Descartes, Báskara ou Pitágoras sem que, no entanto, se enfatize o processo de construção dos conceitos matemáticos com seus percalços, avanços e retrocessos. Predomina uma concepção de História pronta e vencedora que segue uma certa ordem cronológica semelhante a dos livros mais tradicionais de História da Matemática. Apesar das concepções de história predominantes, encontramos algumas tentativas bem sucedidas de comparar diferentes sistemas de numeração, de resgate e valorização de povos que geralmente não são explorados por livros didáticos (ex. chineses) bem como, a preocupação por apontar a história como um processo em movimento. A linguagem matemática aparece articulada à linguagem verbal. Nestas obras, as imagens, via de regra, exercem funções complementares, e, em muitos casos, poderiam ser ignoradas sem prejuízo do processo de leitura. Realço a importância das ilustrações que mostram as conversões entre sistemas de numeração e ou escrita numérica como essenciais para a compreensão do que está sendo dito. Destaco também as reproduções de pinturas de quadros artísticos presentes no livro *Sistemas de*

Numeração ao longo da História. Tais pinturas auxiliam no processo imaginativo do leitor uma vez que valorizam a sensibilidade e constituem-se em ricos exercícios de percepção e observação. Por outro lado, encontramos alguns problemas sérios em algumas ilustrações que acabam por reforçar determinadas crenças a respeito da matemática que em nada contribuem para seu aprendizado.Um exemplo é o da imagem acima que associa aquele que sabe matemática com um super herói. Esta imagem, acompanhada pelo enunciado "*Você é capaz de efetuar este cálculo 99 975^2 em menos de 30 segundos?*" nos dá a entender que aquele que sabe matemática é um super-herói. Logo, se você conseguir resolver este cálculo em menos de 30 segundos também o será. Observe que o boneco está em movimento e vem escrevendo números pelo ar dando a impressão de rapidez na resolução dos cálculos. Tal atitude acaba por valorizar apenas a agilidade e velocidade na resolução de cálculos, e neste caso, poder-se-ia questionar até que ponto calcular o valor de 99 975^2 em 30 segundos seria considerado algo útil, interessante ou agradável para quem está lendo ou para qualquer pessoa.



*** Paradidáticos que abordam o conteúdo matemático a partir de um contexto pragmático** – Resumidamente, o conteúdo matemático é desenvolvido a partir de suas aplicações diretas no cotidiano, auxiliando na compreensão e/ou resoluções de situações problemas ou, de atividades empíricas que envolvam o pensamento intuitivo como condição necessária para que se atinja um maior nível de abstração e formalização de conceitos e conteúdos matemáticos. As obras da coleção 'Para que serve Matemática?' e os títulos *Problemas Curiosos*, *Geometria das dobraduras*, *Descobrindo o Teorema de Pitágoras*, *Par ou Ímpar*, *Os poliedros de Platão e os dedos das Mãos* e *Desenhos da África* de 'Vivendo a Matemática' integram esta categoria de paradidáticos. É nesta categoria em particular que encontramos a maior articulação entre as linguagens matemática, das imagens e verbal escrita. As linguagens estão imbricadas de tal forma que, em muitas situações, a ausência de uma ilustração, por exemplo, pode comprometer a compreensão e interpretação do texto como um todo. Existe um equilíbrio entre as linguagens de modo que o texto como um todo intercala a linguagem verbal, imagens e a linguagem matemática de forma harmoniosa sem que as imagens, por exemplo, apenas ocupem espaços ociosos mas sim, constituam-se em elementos essenciais para a compreensão. Do mesmo modo, a linguagem matemática é sempre mediada pela linguagem verbal não havendo momentos nos quais em que a primeira apareça isolada do contexto. Tais obras caracterizam-se pela presença de pequenos textos na forma de capítulos que se aproximam pelo tema comum (conteúdo da matemática escolar) sendo que cada um toma vida própria e enfatiza uma determinada aplicação e, ou aspecto do conteúdo em questão. Encontramos nestas obras uma variedade considerável de tendências de ensino da Matemática como: resolução de problemas, jogos, história da matemática, etnomatemática e a presença de atividades que valorizam recursos como computadores e calculadoras. A diversidade e criatividade são sem dúvida pontos favoráveis da maior parte destas obras. Dentre os autores que contribuíram para com o referencial teórico enfatizo MIORIM (1998) e D'AMBRÓSIO (1990).

É importante ressaltar que aqui estão expostos apenas alguns poucos elementos resultantes das análises realizadas, e , mesmo estando a dissertação em vias de finalização, existe todo um universo a ser explorado como inúmeras possibilidades de análise e

interpretação. 'Um olhar sobre os paradidáticos' constitui-se realmente em 'um olhar' particular que, provavelmente, é um dos primeiros, porém não o último e tampouco o único. Este olhar está sujeito a críticas, concordâncias e discordâncias, porém, é um olhar comprometido e esperançoso, pois, realmente acredito no potencial que esse gênero de livros possui. Acredito que o paradidático de matemática está ainda em processo de amadurecimento e somente se concretizará quando os professores de fato começarem a se tornar autores e/ou co-autores partilhando suas experiência e investigações em sala de aula. Para isso, as leis que ditam as publicações não serão exclusivamente as leis do mercado mas também as da qualidade terão seu lugar reservado. Vejo o paradidático como um recurso que poderá não apenas auxiliar na aprendizagem da matemática diretamente em sala de aula, mas também como um importante meio pelo qual se torne possível a divulgação de pesquisas em Educação Matemática, relatos de experiência e aperfeiçoamento docente. Um recurso que propicie uma aproximação entre a matemática, outras áreas do conhecimento e as práticas de leitura.

Bibliografia

BRASIL, Ministério Da Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais: Língua Portuguesa. Brasília, Secretaria de Educação Fundamental, 1997.

BRASIL, Ministério Da Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília, Secretaria de Educação Fundamental, 1997.

CALADO, Isabel M. C. A. L. A Utilização Educativa das Imagens. Portugal: Porto Editora. 1994

CHARTIER, Roger. A aventura do livro ao navegador. São Paulo: editora UNESP. 1997

COELHO, Nelly Novaes. Panorama Histórico da Literatura Infantil/ Juvenil. 4 ed. São Paulo: editora Ática, 1991.

CURY, Cláudia E. Noções de cidadania em Paradidáticos. 1997. Dissertação de Mestrado-Faculdade de Educação – UNICAMP.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Da realidade à ação.: reflexões sobre educação matemática. Campinas: Unicamp, 1986.

EGAN, Kieran. O uso da narrativa como Técnica de Ensino.Lisboa: Publicac'~oes Dom Quixote. 1994

FREITAG, Bárbara & COSTA, Wanderley F. da & MOTTA, Valéria R. O livro Didático em questão. São Paulo: Cortez. 1989

GARNICA, Antônio.V. M. A Interpretação e o Fazer do Professor: a possibilidade do trabalho hermenêutico na Educação Matemática. 1992. Instituto de geociência e Ciências Exatas-Departamento de Matemática. Tese de mestrado. UNESP- Rio Claro

MACHADO, José N. Matemática e língua materna uma impregnação essencial. 1989. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação - USP.

MIGUEL, Antônio.Três estudos sobre história e educação matemática. 1993. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação – UNICAMP.

MIORIM, Maria Ângela. Introdução à História da Educação Matemática. São Paulo: Editora Atual. 1998.

MUNAKATA, Kazumi. Produzindo livros didáticos e paradidáticos. 1997. Tese de Doutorado. Faculdade de História e Filosofia da Educação – PUC -SP

RAMOS, Maria C. Mattoso. O Paradidático esse rendosos desconhecido. 1987. Tese de doutorado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciência humanas- USP.

SCHUBRING, Gert. Análise de Livros Didáticos Históricos de Matemática: Mini-curso III Seminário de História da Matemática. Vitória: março 1999. 81f. 2ª edição. Notas de Aula.

TAHAN, Malba. A arte de ler e contar histórias. Rio de Janeiro: Editora Conquista. 1957.

VERGANI, Teresa. Um Horizonte de Possíveis sobre uma educação matemática viva e globalizante.Lisboa:Universidade Aberta. 1993.

VIANNA, Carlos. Matemática e História: Algumas Implicações Pedagógicas. 1995. Tese de Mestrado. Faculdade de Educação. USP.

ZAMBONI, Ernesta.Que história é essa? – Uma proposta analítica dos livros paradidáticos de História. 1991. Tese de doutorado. Faculdade de Educação – UNICAMP.

Matemática e Música - Um Projeto Interdisciplinar

Autor: Andréia Julio de Oliveira
Orientador: Arlete de Jesus Brito
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Tema: Uso da música no ensino de Logaritmo.

Justificativa:

Observando as dificuldades encontradas por alunos na construção de conceitos matemáticos no que diz respeito as Razões, Proporções e Logaritmos percebemos a necessidade de encontrarmos alternativas didáticas que os levem à construção desses conceitos, principalmente se considerarmos que, na maior parte das vezes, a única fonte de pesquisa de professores e alunos são os livros didáticos e que tais livros não são capazes de colocar em discussão os campos conceituais e aplicações dessas noções.

Sendo assim, Razões e Proporções (diretas e inversas) e Logaritmo tem sido tratado na escola de uma maneira limitada pois os livros didáticos restringe-se a análise superficial dos mesmos. Por exemplo, a proporcionalidade é definida como sendo "quando aumenta um lado e diminui o outro". Já o Logaritmo (segundo pesquisa realizada com professores do ensino médio) é visto pelos alunos não como instrumento facilitador numérico, mas como um conteúdo de difícil entendimento, com muitas propriedades "sem importância".

Problema: Quais as maneiras pode se utilizar a Música para o ensino de Logaritmo?

Referencial teórico:

Para GIMENEZ (1992, P.35) "deve-se entender a proporcionalidade em situação de contexto mais amplo",como por exemplo trabalhar as equivalências, as comparações, o reconhecimento de proporcionalidade inversa, o equacionamento correto da situação problema através de observações com espelhos, fotografias, ilusões ópticas, quantificações de preços, entre outros. Daí a idéia de pesquisarmos uma forma de usarmos a musica no ensino desses conceitos.

Embora certamente não tenha sido os pitagóricos, os primeiros a observar que a vibração de uma corda tencionada é capaz de produzir sons, a ele devemos a primeira teoria sobre o relacionamento entre Música e Matemática. Baseando-se na experiência de Pitágoras com o monocórdio (onde Pitágoras observou que quando uma corda e sua tensão permanecem inalteradas, porem se variássemos seu tamanho, a freqüência da vibração era inversamente proporcional ao tamanho da sua corda), inicialmente durante uma aula sobre frações para alunos da 5 série, aula esta em que tentávamos fazer uma experiência em que os alunos pudessem reconhecer as razões e proporções presentes na escala diatônica maior (Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si). Foram colocadas 8 garrafas com água , segundo as proporções indicadas como experiência de Pitágoras e o monocórdio na qual ele dividia o tamanho da corda do instrumento em partes proporcionais .

Com um bastão de ferro fomos tocando cada uma das garrafas, e à medida que os sons iam saindo, conversávamos sobre a diferença entre os sons, frações, equivalências, razões, proporções.

Alguns alunos observaram que :

Se tocássemos na primeira garrafa Dó, o som era mais "grosso", à medida que tocava nas garrafas com mais água o som se tornava mais "grosso".

Quanto mais água na garrafa mais baixo o som era.

Quanto maior a fração de água mais o som era "grosso".

Quanto menor a fração de água mais o som era "fino".

Será que podemos realmente tocar uma musica ?

Isso mostra que observando a quantidade de água nas garrafas e os sons produzidos por elas, os alunos puderam reconhecer algumas razões, proporções na experiência a eles apresentados. Termos como: "à medida que"; "se voltássemos"; "se invertêssemos"; varias vezes foram usados, desconheciam os termos musicais como agudo e grave, daí dizerem "grosso" e "fino".

CAPELLA (IX, 969. apud BRITO, 1999), refere-se à música como a arte dos ritmos e afirma que o ritmo pode ser dividido em:

"Movimento do corpo; nos princípios corretos do som e da melodia; e em palavras, que são agrupadas pelas proporções apropriadas que quando combinadas, produzem o som perfeito".

NICOMÂCO (I,3,1, apud BRITO,1999),define a música como "o estudo dos números relativos" e BOÉCIO (De Arithm I, 1, ML, 1081b. apud BRITO,1999), se utilizou desta mesma definição e dedicou os cinco livros de seu tratado "De Musica" ao estudo das relações numéricas existentes na harmonia musical.

Platão (Rep.VII,531c) assim como os pitagóricos antes mesmo de Nicomâco e Boécio colocava a música, ou seja, a ciência da harmonia entre as matemáticas.

Para ABDOURNUR (P.462,1995), a matemática "oferece suporte silencioso a evolução dos sistemas musicais, ao mesmo tempo em que a música manifesta arquétipos também presentes na matemática que contribuem mutuamente a evolução da ciência". Por exemplo, o Temperamento igual [5] somente foi efetuado graças à descoberta do logaritmo por Napier, no começo do século XVII, pois os mecanismos mentais necessários a esse tipo de pensamento traduzem-se matematicamente no estabelecimento de um universo fechado agora numa ótica logarítmica.

A escala chamada temperada que é representada pelas teclas de um piano é uma oitava dividida em doze semitons dos quais cada um vale 25 savarts. Essa medida acústica, que deve seu nome ao físico Félix Savart , é igual ao logaritmo de 1/300 de oitava

Considerando as observações anteriores percebemos a necessidade de pesquisar novas alternativas pedagógicas com o intuito de criar oportunidades para a construção desses conceitos pelos alunos e tendo em vista uma visão construtivista, acreditamos que a música é um campo amplo a partir da qual podemos criar essas alternativas.

Metodologia de Pesquisa:

Pretendemos realizar um estudo que nos permita analisar quais os aspectos das frações e dos logaritmos podem ser trabalhados juntamente com a música, utilizando metodologia de pesquisa denominada de "engenharia da didática".

Segundo Douady (RPM, V.1,1990), pelo termo engenharia da didática entende-se:

"Uma seqüência de aula(s) concebida(s) e articulada(s) no tempo, de forma coerente, por um professor-engenheiro para realizar um projeto de aprendizagem para certa população de alunos. No decurso das trocas entre professor e alunos, o projeto evolui sob as reações dos alunos, e em função das escolhas e decisões do professor."

Fases da Metodologia da engenharia didática:

Primeira Fase: análises preliminares

-A análise epistemológica.

-A análise do ensino atual e seu efeito;

-A análise da concepção dos alunos, das dificuldades e obstáculos que determinam sua evolução.

-A análise do campo dos entraves na qual vai se situar e efetivar a realização didática.

Segunda Fase: concepção e análise a priori das situações didáticas.

Orientando-se pelas análises preliminares delimitamos um certo número de variáveis pertinentes ao sistema sobre os quais o ensino pode atuar:

-Variáveis macro-didáticas ou globais.

-Variáveis micro-didáticas ou locais.

Terceira Fase: experimentação

A experimentação supõe:

-A explicitação dos objetivos e condições de realização da pesquisa à população de alunos que participará;

-estabelecimento do contrato didático;

-A aplicação dos instrumentos de pesquisa;

-Registro das observações feitas durante a experimentação (observações cuidadosas descritas em relatórios, transcrição dos registros audiovisuais, etc).

Quarta Fase: análise a posteriori e da validação.

É da confrontação entre as análises a priori e a posteriori que se validam ou se refutam as hipóteses levantadas no início da pesquisa.

Considerações finais:

No momento a pesquisa está em fase inicial de elaboração, está sendo realizado um estudo histórico das relações entre a matemática e a música, dedicando-se a procurar evidências objetivas para um embasamento Histórico dessa relação, que será o primeiro capítulo da Dissertação. Neste trabalho pretendemos elaborar atividades, que levem os alunos a compreender os conceitos citados despertando alunos e professores para um novo fazer pedagógico.

Bibliografia:

ABDOURNUR, Oscar J. - Matemática e Música: o pensamento analógico na construção de significados - São Paulo - Ed. Escrituras, 1995.

ÁVILA, G. - "Razões, Proporções e Regra de Três" RPM, 8, p.1-8, 1986.

ÁVILA, G. - "Grandezas Incomensuráveis e números Irracionais. RPM, 5, p. 6-10, 1990".

BRITO, Arlete J. - O Quadrivium na obra de Isidoro de Sevilha Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação - Campinas SP: [Sn], 1999.

BOÉCIO, A .M. S. - De Musica - Patrologia Latina - Vol. 63 - Paris - Ed. Migne, 1882.

FRANCHI, A. et-alii - Educação Matemática: uma introdução - São Paulo - EDUC, 1999.

GIMENEZ, J. - " Proporcionalid o razonamiento proporcional ?" Cadernos do CEM, São Paulo - P.30 a 55, 1992.

PLATÃO, A República - Texto integral - ed. Martim Claret - Coleção a obra prima de cada autor.

Percepção e formação de professores

Andréia Maria Pereira de Oliveira (ampodeinha@uol.com.br)
Orientadora: Laurizete Ferragut Passos (laurizet@terra.com.br)
UNESP – Rio Claro

Introdução

O presente trabalho é um recorte da pesquisa que venho desenvolvendo em nível de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, financiada pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. O objetivo é discutir o conceito de percepção na formação de professores e as contribuições percebidas por alguns professores, na sua prática, diante da participação em um programa de formação continuada. O programa em questão foi o Projeto Integrado de Física e Matemática para professores da Rede Pública – UFSCar, Programa PRÓ-CIÊNCIAS, fazendo parte do Programa PRÓ-CIÊNCIAS.

Os estudos sobre as percepções dos professores de matemática

Segundo Japlassú e Marcondes (1996, p. 210) a percepção, no latim perceptio, é o "ato de perceber, ação de formar mentalmente representações sobre objetos externos a partir dos dados sensoriais". Estes autores ressaltam que, na visão dos empiristas, "a percepção é a fonte de todo conhecimento". E ainda concluem que "o conhecimento é mais certo quanto mais próximo está da percepção que o originou". Para Ferreira (1999) significa o ato, efeito de perceber, obter conhecimento de, por meio dos sentidos. Este autor traz o seguinte tratamento para o conceito de apercepção, o qual é importante considerar pois, ao comparar percepção e apercepção pode-se observar que as duas comungam significados convergentes:

> Percepção nítida de qualquer objeto; faculdade ou ato de apreender imediatamente pela consciência uma idéia, um juízo; intuição; apropriação de uma percepção pela consciência, quer ao conferir-lhe maior clareza e distinção, quer ao privilegiar alguns dos seus aspectos, quer ao associá-la a outros conteúdos; assimilação de novas experiências. (p. 164)

Nesta pesquisa assumo percepção de acordo com Polettini (1996, p. 32), ou seja, como "indicações (introspecções) que os professores têm atualmente via reflexão sobre suas experiências presentes e passadas". Esta autora apresenta o significado para percepção não relacionado ao sentido, e sim, como resultado de um longo processo de reflexão acerca das experiências vividas (Polettini; Sabaraense, 2000). Bezerra (2000) afirma que a percepção é resultado da reflexão diante de uma situação, que poderá ocorrer em resposta a incômodos internos e/ou externos, sendo elemento pelo qual poderá sofrer ou provocar transformações (interiores ao próprio sujeito e/ou de uma realidade concreta). Por sua vez, Melo (1998) considera a percepção não só no nível individual, mas como resultado da reflexão sobre a ação, possibilitando ao sujeito histórico-socialmente situado, organizar suas ações vividas e estabelecer relações, que lhe proporcionem compreender melhor o seu próprio processo de desenvolvimento profissional numa perspectiva de formação contínua.

Dentre as pesquisas que abordaram as percepções dos professores estão os estudos de Polettini (1995, 1996, 1998) que enfocaram o conceito de percepção na formação de professores. Estas pesquisas tiveram como objetivo identificar as percepções dos professores

em relação ao seu próprio desenvolvimento, ou seja, percepções de mudanças que aconteceram no pensamento e/ou prática dos docentes através dos anos e também percepções dos tipos de experiências ou desafios que poderiam ter influenciado estas mudanças. Como implicações dos estudos, temos o "apoio próximo", caracterizado como o começo do processo de mudança dos professores, como um aspecto importante; as mudanças "duradouras" acontecidas a partir do momento em que os docentes desenvolveram uma maneira de se apropriar das idéias sobre como ensinar um determinado conteúdo e as mudanças mais "abrangentes" ocorridas no momento em que os professores mudaram a visão de sua função como docentes.

Melo (1998), por sua vez, investigou acerca das transformações vividas e percebidas, em um estudo de caso envolvendo três professores de Matemática do ensino fundamental, durante um processo de mudança curricular. As mudanças foram analisadas mediante as seguintes categorias: fatores ou fatos que contribuíram ou dificultaram o desenvolvimento profissional do professor, os saberes docentes e as concepções e práticas subjacentes aos discursos dos docentes. O estudo apontou como resultados que os professores, de maneiras diferentes, percebem que, apesar da mudança nos seus modos de ver a Matemática e o seu ensino, suas práticas curriculares necessitam, ainda, melhorar. Além disso, precisam de melhores condições materiais e intelectuais, admitindo ser um processo complexo e demorado.

Sabaraense (2000) pesquisou as percepções de mudanças de três professoras de Matemática na sua prática e/ou pensamento mediante a utilização de uma inovação, num contexto de colaboração. O estudo concluiu que alguns fatores que podem favorecer e contribuir para as reflexões e as mudanças são: apoio próximo, trabalho colaborativo, pressão, participação e envolvimento, conhecimento do conteúdo, reflexão e foco de interesse. Igualmente, em relação à utilização de uma inovação constata-se que propostas curriculares e subsídios, mesmo tendo suas idéias implementadas parcialmente, podem contribuir para a reflexão a respeito da prática e pensamento do professor, podendo proporcionar mudança e desenvolvimento profissional.

Bezerra (2000) investigou, através das percepções dos futuros professores, quais as experiências proporcionadas durante um programa de formação pré-serviço, promovido pelo Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério (CEFAM), eram relevantes para a formação do professor das séries iniciais. Para isso, analisou as percepções de cinco futuros professores a respeito das experiências, das experiências matemáticas vivenciadas no período do curso, e de que maneira estas experiências e as vivências destes articulam-se. O estudo apresentou como implicações que o estágio e os jogos matemáticos foram as experiências consideradas importantes pelos docentes durante a sua formação inicial. Esta pesquisa confirmou o que outras pesquisas já evidenciaram a respeito do estágio: que ele é um momento marcante da formação.

Estes estudos advogam a necessidade de considerar o ponto de vista do docente nos processos de mudanças, no uso de inovações e na formação para que possam compreender melhor o desenvolvimento profissional do professor.

Assim, como já apresentado em Oliveira(2001), focalizo as experiências vivenciadas pelos professores durante um programa de formação e trago suas percepções sobre a contribuição de um curso de formação continuada para a sua prática, buscando compreender como esta modalidade pode estimular o desenvolvimento profissional dos docentes.

Metodologia

Esta investigação insere-se numa abordagem qualitativa (ALVES-MAZZOTI, 1999; BOGDAN; BIKLEN, 1994). O contexto foi um curso de aperfeiçoamento com 120 horas de duração, desenvolvido de abril a setembro de 2001, aos sábados, fazendo parte do Programa PRÓ-CIÊNCIAS da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), destinado a professores do ensino médio de Matemática e de Física. O curso tinha por objetivo a melhoria do ensino dessas disciplinas nas escolas públicas da região central do Estado de São Paulo, mediante a qualificação e aperfeiçoamento dos professores em serviço (SALVADOR, 2000). O estudo concentrou-se nas percepções de cinco professoras acerca da contribuição desse curso de formação continuada para as suas práticas. Essas professoras foram escolhidas de acordo com os seguintes critérios: disponibilidade em participar da pesquisa, professores com tempo de experiência distintos e participação em grupos temáticos diferentes no curso. As professoras entrevistadas, referenciadas pelos seus respectivos pseudônimos foram: Anita, Érika, Paula, Lilian e Verônica.

A recolha dos dados foi realizada através de diversos procedimentos: observação participante registrada em um diário de campo (descrição das atividades do curso e das *aulas inéditas*); entrevistas semi-estruturas no final do curso, desenvolvidas através de um roteiro sobre o desenvolvimento do PRÓ-CIÊNCIAS, aplicado sem rigidez, de modo que a pesquisadora fizesse as adaptações que julgasse necessárias e análise de documentos do curso (projeto do curso, fichas sobre os dados pessoais e formação profissional dos professores, relatórios sobre a atividade final, *aulas inéditas* produzidas pelos professores-alunos da pesquisa).

A análise dos dados destina-se a levantar inferências e interpretações a partir dos dados coletados, a fim de acrescentar elementos ao referencial teórico já construído. Para analisar os dados e fazer as construções teóricas, segui os seguintes passos: leitura de todo material diversas vezes para impregnar-me dos dados, leitura destacando elementos-chave, categorização, formulação de assertivas, integração ao referencial teórico tentando, finalmente, constituir relações e conexões que permitam a proposição de novas interpretações, questionamentos e explicações. Nesta última fase, à luz da pergunta norteadora trazemos a literatura para dialogar e interpretar os dados, procurando contribuir com a discussão já existente em relação ao assunto enfocado. Realizei uma análise indutiva dos dados (LINCOLN; GUBA, 1985), no qual as categorias foram emergindo a partir das falas das professoras. A categoria refere-se a um conceito que abrange elementos ou aspectos com características comuns ou que apresentam relação entre si (GOMES, 1994).

Os dados do estudo tiveram sua origem de fontes diversas e a triangulação destas será usada na análise dos dados, possibilitando fazer comparações a respeito do objeto de estudo.

Algumas discussões

Ao debruçar-me nos dados à luz da pergunta norteadora (Como os professores de Matemática percebem a contribuição dos cursos de formação continuada na sua prática?) e da perspectiva teórica, estive analisando nas falas das participantes as contribuições percebidas pelas mesmas acerca do curso nas suas práticas. Saliento como importante trazer o ponto de vista das professoras do estudo, para compreender como as ações de formação continuada

estão contribuindo para o desenvolvimento profissional dos mesmos. Pois são eles [os professores] que vivenciam as atividades vistas no curso e as implementam, na medida do possível, nas suas salas de aula. Goodson (1992, p. 69, grifo do autor) afirma que "particularmente no mundo do desenvolvimento dos professores, o ingrediente principal que vem faltando é a *voz do professor*". Ao trazer as falas para compreender os seus desenvolvimentos profissionais no contexto dos programas de formação, estarei reforçando os pressupostos conceituais do desenvolvimento profissional que enfatizam a necessidade de considerar os próprios professores na organização e implementação de atividades desta natureza.

Para apresentar as percepções das participantes do estudo, tendo como base a pergunta norteadora, definidas a partir dos confronto dos dados, levantei como resultado do processo de análise as seguintes categorias: avaliação, conteúdo, desenvolvimento profissional, metodologia de ensino, reflexão e troca de experiências. Estas suscitaram algumas interpretações iniciais que passo a apresentar:

As professoras do estudo salientam que procuram os cursos para se atualizarem, verem outras metodologias de ensino e estimularem nos alunos o interesse pela Matemática.

As professoras ressaltam que os cursos precisam trabalhar em cima da realidade encontrada em seus contextos de trabalhos.

O contato dos professores da Universidade com os professores em exercício, é considerado pelas participantes do estudo como um momento importante para que os acadêmicos percebam a realidade que os futuros professores irão encontrar nas suas salas de aulas.

Essas foram algumas interpretações tiradas a partir dos dados coletados. No momento da elaboração deste trabalho encontro-me na estruturação do material para o exame de qualificação.

Bibliografia

ALVES-MAZZOTTI, A. J.;GEWAMDSZNADJDER, F. O método nas ciências naturais e sociais:pesquisa quantitativa qualitativa. São Paulo : Pioneira, 1998. 203p.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Lisboa: Porto Editora, 1994. 336p.

BEZERRA, R. C. Experiências e vivências no CEFAM: algumas contribuições para a formação de educadores. 2000. 106 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

FERREIRA, A. B. H. Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa. 3 ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 2128 p.

GOODSON, I. F. Dar voz ao professor: as histórias de vida dos professores e o seu desenvolvimento profissional. In: NOVOA, A. (Org.). Vidas de professores. Porto codex: Porto Editora, 1992. p. 63-78.

GOMES, R. A análise de dados em pesquisa qualitativa . In: DESLANDES, S.; NETO, O.; GOMES, R.; MINAYO, M. (Org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 1994. p. 67-80.

JAPIASSU, H., MARCONDES, D. Dicionário básico de filosofia. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1996. 296p.

LINCOLN, Y. S.; GUBA, E. G. Naturalistic Inquiry. California: Sage Publications, Inc., 1985. 416p.

MELO, G. F. A., Transformações vividas e percebidas por professores de Matemática num processo de mudança curricular. 1998. 159 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

OLIVEIRA, A. M. P. A percepção dos professores de Matemática acerca das atividades de formação continuada. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2001, São Paulo. Anais do V. Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática: Educação Matemática : realizações, avanços e perspectivas. São Paulo: Centro de Ciências Exatas e Tecnologias/ PUCSP, 2001. v.5, p. 61-65.

POLETTINI, A. F. F. Teachers' perceptions of change: an examination of teaching life histories. 1995. 212 f. Tese (Doutorado) - University of Georgia, Georgia, 1995.

POLETTINI, A. F. F., História de vida relacionada ao ensino da Matemática no estudo dos processos de mudança e desenvolvimento de professores. Zetetiké, Campinas, v. 4, n. 5, p. 29-48, 1996.

POLETTINI, A. F. F., Mudança e desenvolvimento do professor: o caso de Sara. Revista Brasileira de Educação, São Paulo, n. 9, p. 88-98, 1998.

POLETTINI, A. F. F.; SABARAENSE, N. C. Inovações, mudanças e o desenvolvimento profissional. Quadrante, Lisboa, v. 8(1-2), p. 189-212, 1999.

SABARAENSE, N. C. Percepções de professores de Matemática sobre possíveis mudanças diante de uma inovação. 2000. 148 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

SALVADOR, J. A. (Coord.) Projeto integrado de Física e Matemática para professores da rede pública – UFSCar: proposta pedagógica. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos / Departamentos de Física e de Matemática, 2000. 88p. Programa PRÓ-CIÊNCIAS FAPESP/CAPES/SEMTEC/SEE-SP.

O Desenvolvimento do Ensino de Matemática no Ensino Técnico-Industrial-Profissionalizante no Período de 1945-1995: O Caso da Escola Técnica Federal do Espírito Santo

Antonio Henrique Pinto[6]
Cempem/Unicamp

Introdução:

Esta pesquisa parte de uma perspectiva histórica que visa à lançar luz sobre questões que atualmente envolvem o ensino-aprendizagem da matemática na educação profissionalizante. industrial.. O interesse por essa perspectiva histórica foi motivado inicialmente pelas mudanças implementadas na educação profissional em fins da década de noventa, particularmente no que diz respeito à fragmentação e descaracterização da educação de formação geral e propedêutica, caso da disciplina de matemática. Compreender essas mudanças em sua dinâmica atual e em sua transformação ao longo dos anos requer um retorno à história dessa instituição.

A problemática central desta investigação relaciona-se à compreensão do lugar da educação matemática na instituição técnico-profissionalizante da rede federal de educação tecnológica, tomando como caso específico o Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo – CEFETES, antiga Escola Técnica Federal do Espírito Santo – ETFES.

A partir dessa problemática algumas questões podem ser suscitadas como pólos norteadores e focos de interesse dessa investigação. Destacamos as seguintes:

Quais eram principais elementos constituidores da formação e práticas dos professores?

Como era desenvolvido o currículo visando à formação do profissional?

Como os professores encaravam os momentos de mudanças no currículo?

Como se processou a abordagem da matemática moderna na prática dos professores?

A matemática no ensino profissionalizante

Como dissemos, esta pesquisa visa à investigar a história da antiga Escola Técnica Federal do Espírito Santo - ETFES, atualmente denominada por Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo – CEFETES. Essa instituição foi criada no governo Nilo Peçanha em 1909, sendo à época denominada por Escola de Aprendizes e Artífices do Espírito Santo. Nessa época foram criadas dezenove instituições, uma em cada estado da federação e em sua maioria nas capitais. Essas escolas foram criadas com a finalidade de atender a formação profissional dos filhos das camadas mais pobres da sociedade. Cunha (2000) afirma que essas dezoito escolas constituíram-se no primeiro sistema federal de ensino, dado a forma de gestão administrativa e pedagógica vinculadas ao governo federal.

As mudanças e transformações sócio-econômicas ocorridas ao longo dos mais de noventa anos de existência dessas instituições determinaram significativas mudanças no papel

[6] Doutorado em Educação, CEMPEM, FE-UNICAMP. Orientadora Profª Drª Maria Ângela Miorim

refinição das mesmas. Os marcos principais dessas mudanças relacionam-se aos períodos de crescente industrialização do pais e aos períodos mais significativos das alterações tecnológicas implementadas pelo sistema produtiva. Esses períodos de crescente industrialização e avanço no uso da tecnologia constituíram modos de educação profissional característicos desses momentos, determinando novos papéis à formação profissionalizante industrial. Nas escolas profissionalizantes a expressão dessa função educativa e pedagógica ficam mais evidente na organização curricular e nas práticas dos professores das mais diversas disciplinas.

Nesse sentido, o ensino-aprendizagem da matemática experimentou um contínuo processo de transformação ao longo do último século. Esse processo, também chamado de modernização do ensino da matemática (Miorim, 1998), acompanha o contexto maior das transformações e do desenvolvimento sócio-econômico e técnico-científico ocorridos na sociedade.

Inicialmente compondo o currículo clássico-humanistíco da escola secundária ao qual destinava-se à formação da elite intelectual desde a época dos jesuítas, a matemática foi pouco a pouco sendo matéria incorporada à formação de profissionais da área da tecnologia, principalmente à formação dos engenheiros que eram das escolas militares. Paralelamente ao ensino oferecido nas escolas secundárias e militares, também nas escolas destinadas à formação profissionalizante o ensino da matemática se desenvolvia, embora relacionado a uma forma de ensino-aprendizagem mais intuitiva, por meio de conteúdos básicos da aritmética e da geometria

Com a proclamação da república iniciou-se uma forte orientação positivista na educação. No início dos anos 1900 essa disciplina já possuía o status de conhecimento imprescindível ao desenvolvimento científico-tecnológico, razão pela qual a preocupação em buscar melhorias no ensino-aprendizagem da mesma.

No Brasil, esse processo de modernização teve sua gênese nos congressos internacionais de matemática, em cujas discussões também abordaram questões relativas à melhoria da qualidade do ensino de matemática com o objetivo de aproximar o currículo da matemática da escola secundária daquela que estava sendo ensinada e produzida nas universidades. Porém, somente no início da década de trinta é de fato implementada a primeira reforma no ensino de matemática no Brasil, na esteira da Reforma Francisco Campos.

Em nosso pais as discussões sobre a reforma focaram unicamente o ensino secundário, então duramente criticado pelo excessivo enfoque clássico-humanístico destinado às camadas mais privilegiadas da sociedade brasileira. Nessa reforma de 1932 não se faz menção ao ensino técnico-profissionalizante. Uma possível justificativa desse fato pode ser atribuída a pouca industrialização do pais.

A partir dos anos de 1930 essa realidade começa a ser alterada com o surgimento das grandes industrias, principalmente no eixo Rio-São Paulo. Ate a década de trinta as únicas instituições de ensino voltadas à formação profissionalizante existentes no Brasil eram alguns liceus de arte e manufatura criados em alguns estados como Rio de janeiro e São Paulo e, principalmente, as Escolas de Aprendizes e Artífices criadas pelo governo federal em 1909, já mencionadas. Ambas as instituições eram voltadas à formação de jovens oriundos das camadas mais carentes da população, fornecendo-lhes preparação nos ofícios de alfaiate, serralheiro, pedreiros, mecânicos, e outras. Vemos assim a quem se destinava essas instituições profissionalizantes. Se essas escolas constituíram no primeiro sistema federal

educacional, contudo elas não possuíam uma articulação entre si, ou com suas congêneres estaduais e, muito menos com os outros níveis de ensino (Miorim, 1998).

Essa articulação, ao que tudo indica, só aconteceu a partir da década de quarenta quando é instituído a Lei do Ensino Industrial. A inovação trazida por essa lei foi o deslocamento de todo o ensino profissional para o grau médio. O ensino primário passou a ter, então, conteúdo exclusivamente geral. Outra inovação importante foi a distinção entre Escolas de Aprendizagem e Escola Industriais. Enquanto a primeira era destinada aos menores que trabalhavam e seu ingresso se dava via a empresa, as escola industriais se destinavam aos menores que não trabalhavam, cujo ingresso se dava por exame e teste de aptidão física e mental. As escolas industrias foram as herdeiras das Escolas de Aprendizes e Artífices. A articulação entre os ramos dava-se da seguinte forma: o aluno que concludente do curso primário tinha duas opções, ou seguia os estudos no ciclo secundário que era composto de dois ciclos (o curso ginasial e o curso colegial) e posteriormente poderia ter acesso ao ensino superior, e os cursos profissionais também composto de dois ciclos divididos em quatro modalidades segunda a área de serviço (curso normal, ou curso básico industrial, ou curso básico comercial, ou curso básico agrícola), porém sem continuidade para o ensino superior. Nesta época também foi criado o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI.

Portanto, a década de quarenta configura-se no primeiro período de verdadeira organização do ensino profissional, cujo objetivo era alavancar o desenvolvimento técnico-científico do pais. Daí a limitação inicial do período à investigação.

A Perspectiva histórico-metodológica

Para reconstruir a trajetória do ensino de matemática no CEFETES no período em questão tomamos como referência a perspectiva histórica que atualmente é denominada de "nova história". Essa denominação bastante ampla significa que, ao contrário das abordagens tradicionais fundadas no positivismo, a nova história pressupõe a idéia de que a realidade é social e culturalmente constituída, ou seja, o que sempre foi considerado como sendo imutável temporal e espacialmente, agora é encarado como uma construção social e cultural. Dessa forma, as evidências históricas que antes eram atribuídas unicamente aos documentos agora também levam em consideração outros tipos de evidência como as visuais, imagéticas, e particularmente a que utilizaremos aqui, as evidências orais (Burke, 1992). Portanto, é a partir dessa perspectiva que se fundará esta investigação sobre o desenvolvimento do ensino de matemática no Cefetes.

Chartier denomina esta perspectiva de "paradigma do indício", pois visa à constituição dos vestígios (discursivos, iconográficos, estatísticos, etc) como representações que indicam as práticas de qualquer objetividade histórica, ao mesmo tempo que estabelece hipoteticamente uma relação entre as séries de representações, construídas e trabalhadas enquanto tais, e as práticas que constituem o seu referente externo.

Nesse sentido, o elemento fundamental constituldor do passado que pretendemos reconstruir está baseado na fala das pessoas (professores e alunos) que vivenciaram o período em questão. Esta metodologia de investigação histórica, denominada de história oral, possibilitará a obtenção de informações e dados pertinentes ao propósito desta pesquisa.

Em relação a história oral inúmeros estudos e pesquisas a consideram como uma abordagem metodológica extremamente apropriada a reconstrução do passado quando se quer focar a

ação das pessoas comuns. Para Thompson, a história oral é uma história construída em torno de pessoas. Ela lança a vida para dentro da própria história e isso alonga seu campo de ação (...)traz a história para dentro da comunidade e extrai a história de dentro da comunidade (1992, p.44). Chartier também entende a construção do passado a partir do referente cultural e social. Em sua opinião:

"a questão com que se defronta a história nos dias de hoje é a da passagem de uma validação do discurso histórico, fundado no controle das operações que estão na sua base –nada menos do que arbitrárias - , a um outro tipo de validação, permitindo encarar como possíveis, prováveis, verosímeis, as relações postuladas pelo historiador entre os vestígios documentais e os fenômenos indiciados por ele ou, noutros termos, as representações manipuláveis hoje em dia das práticas passadas que elas designam". (1989, p.86).

Thompson entende que a utilização das fontes orais permite escrever um outro tipo de história, qual seja, a construção de um discurso de interpretação histórica mais completo e mais rico. Neves (2000) destaca as potencialidades dessa metodologia por ela fundamentar-se na memória e história do sujeito investigado. Em sua opinião isso possibilita ampliar as abordagens da investigação histórica como também os seus enfoques, indo do público ao particular, do institucional ao privado, do individual ao coletivo. Olha para o passado colocando o foco sobre a história de vida de sujeitos têm permitido muitas descobertas sobre questões relativas ao modo de vida e de organização de diversos grupos, das profissões, das instituições, entre outras.

A reconstrução da história do ensino de matemática no CEFETES passa, portanto, pela busca de fontes deste passado que vai dos anos de 1945 a 1995. Essas fontes serão os documentos (propostas curriculares, fotografias, livros, cadernos de alunos, etc) possíveis de serem encontrados e, principalmente, as fontes orais que serão constituídas por professores e alunos desse período. Esses professores e alunos serão selecionados, quando possível, pelo critério da representatividade entre os grupos também pela importância da história de vida de cada um.

Nessa investigação as entrevistas serão da forma de depoimentos orais, que se caracteriza por fixar o teor da conversa no tema a ser investigado. Vários investigadores (Von Simson, Portelli, Menezes) destacam a importância da entrevista, chamando a atenção para o papel importante que é desempenhado pelo entrevistador. Essas informações possibilitarão a elaboração de um questionário que servirá como um roteiro prévio para as perguntas, algo como um questionário semi-estruturado, evitando-se entretanto retirar a liberdade e a fluência da fala do depoente.

A guisá de conclusão

Acreditamos que a reconstrução do passado do ensino da matemática abre inúmeras possibilidades à formulação de uma educação matemática no presente. Particularmente em relação ao ensino profissionalizante-industrial essa reconstrução possibilita estabelecer diversas relações com respeito a diversas temáticas entre as quais destaco o papel da tecnologia, da intuição e da experimentação no ensino, o currículo de matemática necessário a formação profissionalizante no século XXI, entre outras. Nesse sentido, este trabalho possibilitará lançar luz a compreensão de um importante aspecto do desenvolvimento da educação matemática no Brasil, a matemática diretamente relacionada ao aspecto central da ação humana que é o trabalho.

Bibliografia:

BURKE, Peter. Abertura: a nova história, seu passado e seu futuro. In: A escrita da história: novas perspectivas. São Paulo: 1992. p.7-38

CHARTIER, Roger. A história cultural: entre práticas e representações, Lisboa: Difel, 1989.

CUNHA, Luiz Antonio. O ensino profissional na irradiação do industrialismo. São Paulo: Ed. Unesp, Brasília, DF: Flacso, 2000.

NEVES, Lucília da Almeida. Memória, história e sujeito: substrato de identidade.In: Revista de História Oral, 3, 2000. P.109-116.

MIORIM, Ângela. Introdução à história do ensino de matemática. São Paulo: Atual, 1998.

THOMPSON, Paul. A voz do passado. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

A Escrita da Proporcionalidade

Antônio Pádua Machado
Orientadora:
Profa. Dra. Maria Aparecida Viggiani Bicudo
UNESP/Rio Claro

Considerações gerais

Neste artigo abordamos a *Escrita da Proporcionalidade*, o que é parte ilustrativa no texto do nosso trabalho de pós-graduação. Em nosso trabalho investigamos o significado da escrita da Matemática na prática de ensinar do professor e no processo de aprendizagem do aluno, buscando compreender, pelo lado ordinário, o papel lingüístico da escrita de representar a língua na realização da linguagem, assim considerada por Saussure (1987, p. 34). Pelo lado da "língua formal" da Matemática, assim mencionada por Granger (1974, pp. 139-141), voltamos a atenção para o seu caráter objetivo e não interpretativo dado pelos "signos formais" da Matemática e da Lógica, buscando compreender a existência desses signos, que nos se mostra originalmente gráfica, cujos sentidos, nos dizeres desse autor, imprimimos ao empregá-los na escrita, em "simbiose" com a língua natural.

Nosso procedimento investigativo na pesquisa consiste na busca do significado da escrita em autores relevantes nos domínios da linguagem, também em autores da Educação Matemática que estendem suas pesquisas ao aspecto do "letramento matemático" e, para encerrar o conteúdo do nosso objeto, o levamos a professores de Matemática que vivenciam a escrita da sua Ciência na sua experiência de ensinar e de orientar a aprendizagem já por longa prática. Desses sujeitos colhemos depoimentos quanto a como vêm o significado da Escrita da Matemática nas suas ações pedagógicas e no processo de aprendizagem vivida pelos seus alunos. Dos relatos dos professores sobre suas experiências em diferentes níveis de atuação e sobre variados aspectos em que a Escrita da Matemática lhes aparecem como objeto da percepção, destacamos, e apresentamos na seção seguinte, as considerações que entendemos ser significativas para nossa investigação, as quais estamos a interpretar qualitativamente, buscando os traços intersubjetivos e os laços proximais com os entendimentos dos autores que estudamos.

Em autores e professores

Sobre como vêem a Escrita, como prática intelectual de linguagem e como meio à Experiência Matemática, destacamos algumas considerações de autores do campo da linguagem ou da Educação Matemática para esse texto: para Auroux (1992, pp. 20, 21), o aparecimento da escrita é um processo de objetivação da linguagem que leva ao aparecimento das tradições pedagógicas e, ao mesmo tempo, vem a ser a condição de possibilidade do saber lingüístico graficamente codificado. Em outra obra, Auroux (1998, p. 73) considera que um algoritmo de cálculo centrado no nosso sistema de numeração é uma fórmula originalmente escrita, como é o próprio sistema de numeração posicional, que é um sistema algorítmico que nos garante uma seqüência infinita de números que nem mesmo podemos construir concretamente. Para a vida intelectual, esse autor atribui à escrita o mesmo valor da fala articulada, por trazer a *razão gráfica* implícita na bidimencionalidade do espaço plano que nos dá acesso a uma forma de tecnologia intelectual, conduzida até por meios abstratos, como é a

Metodologia Matemática. Laborde (apud Vergnaud, 1982, pp. 199-203) estuda a Codificação Matemática e afirma que "a língua matemática" é um híbrido de dois códigos, o natural e o científico; que a redação nessa língua visa a abreviar a escrita dos textos, o que passa a causar estranheza para os estudantes de ciclos iniciais. Burton (1992, pp. 57-62) obtém das suas pesquisas essa mesma natureza de entendimento, e conclui que os símbolos algébricos constituem uma linguagem sem sentido e, como Granger (1974, 141), diz que o sentido dessa linguagem expressamos com a língua ordinária. No mesmo campo de experiências, Stehney (1992, pp. 26-29) constata e relata que é "pernicioso" desenvolver uma carreira apenas técnica em Matemática. Ao inquirir sobre a "aquisição da linguagem matemática", Gómez-Granell (1996, pp. 257-282) expressa que a formalização escrita da "linguagem matemática" possibilita sua principal função, a de converter os conceitos matemáticos em objetos manipuláveis.

Sobre como vêem a Escrita da Matemática em suas práticas pedagógicas, destacamos das falas expontâneas dos nossos sujeitos Professores, transcritas ao nosso discurso, algumas unidades significativas daquelas que estão nos conduzindo na significação do nosso objeto interrogado: a Escrita é essencial para a prática científica e desde a escola fundamental o indivíduo pode compreender que é uma habilidade organizadora do pensamento • A Escrita nos permite o encadeamento seqüencial de idéias • A introdução de simbologias escritas facilitou o descobrimento de resultados matemáticos como as demonstrações de Teoremas • Há expressões puramente simbólicas que por si só não teriam sentido algum, como é a expressão por épsilon e delta da definição de continuidade de uma função • Uma demonstração matemática pode ser totalmente oral; ela precisa ser escrita com rigor no momento seguinte, de ser registrada segundo uma codificação convencional • A escrita da matemática está no contexto do escrever em geral • Na sala de aula a escrita é uma etapa posterior, pois antes o aluno deve acompanhar a fala do professor e também falar • Na aprendizagem do aluno, assistida pelo professor, é necessário que esse profissional conheça e esteja atento aos limites que a escrita impõe • O processo de aprendizagem do aluno deve completar dois passos, sendo que o primeiro é ele entender a escrita e acolher o conteúdo por ela expressado; o segundo é produzi-la com o rigor objetivo da Ciência • Uma lousa bem elaborada é um elemento que os alunos apreciam e que favorece a aprendizagem na aula do professor que a utiliza sistematicamente • Uma prerrogativa do professor, que deve ser fortemente valorizada pelo professor de matemática, é a de tomar uma caneta vermelha e executar, por escrito, a correção do trabalho do aluno • De imediato a escrita formalizada da Matemática não é lida com significado pelo aluno; é necessário que o professor trabalhe a significação do conteúdo fora da codificação matemática, se não, o aluno virá apenas repetir mecanicamente as expressões sem a devida noção dos seus conteúdos • À construção do conhecimento matemático que o professor conduz o aluno, é necessário, em geral, antes construir o *conteúdo*, por um discurso na língua usual do sujeito, no seu campo semântico; depois construir a escrita da *forma* na língua matemática, o que significa iniciar o processo na experiência intuitiva e daí passar à sintaxe das formas sob o senso da lógica.

Na proporcionalidade

No léxico português, um dos sentidos mais genérico para o vocábulo *proporção* é o de "relação entre as partes de um todo que provoca um sentimento estético de equilíbrio, de harmonia" (Houaiss, 2001). A noção matemática que já trazemos do termo nos permite entender que "harmonia" e "equilíbrio" são palavras adequadas, que podem traduzir para a Aritmética a idéia de "razão constante" ou "igualdade entre duas razões" que, alias, são

também sentidos arrolados no léxico. *Proporcional*, segundo o mesmo autor, diz-se em Matemática, da variável cuja razão com outra é uma constante e, *proporcionalidade*, além de ser entendida como o substantivo que caracteriza o que é adjetivado como *proporcional*, é dita a parte da Matemática que estuda as propriedades das proporções e das grandezas proporcionais. Piaget (apud Gattas F°, 1994, p. 41) encontra nos estágios do desenvolvimento cognitivo o resultado psicogenético de que só na adolescência aparece no indivíduo o esquema formal da proporcionalidade, ou seja, só no último estágio, que Piaget chama de estágio das operações formais, o indivíduo está dotado do raciocínio que permite abstrair de duas grandezas que têm medidas proporcionais, a idéia de proporção. A noção de proporcionalidade, segundo Lima (1997, p. 92), é, provavelmente, a noção matemática mais difundida na cultura de todos os povos, há milênios.

Entendemos que a proporcionalidade é uma noção intuitiva, ou seja, é produto de uma construção mental independente do artifício de qualquer língua, mas que o seu uso científico na resolução de problemas tornou-se possível por meio das invenções de certas línguas como a "Língua da Geometria", a "Língua da Aritmética" e a "Língua da Álgebra"; línguas originalmente gráficas, que executamos no espaço plano sob a coordenação da nossa *razão gráfica*, como já pronunciamos com Auroux.

No livro V de Euclides, segundo Heath (1956, p. 114), aparece a formulação da proporcionalidade, devida a Eudoxo: "Magnitudes são ditas ter a mesma razão, da primeira para a segunda e para a terceira e para a quarta , quando, qualquer eqüimúltiplo tomado entre a primeira e a terceira, e qualquer eqüimúltiplo tomado entre a segunda e a quarta, os eqüimúltiplos formados do modo dito acima, são semelhantes a ou aproximadamente iguais a, os eqüimúltiplos anteriores tomados na ordem correspondente. As magnitudes que tenham a mesma razão serão chamadas de proporcionais". Reduzindo aos nossos termos, duas grandezas sãos proporcionais quando eqüimúltiplos de uma medida de uma delas estão correspondentemente para eqüimúltiplos de uma medida da outra, sob o mesmo fator. Essa é a idéia levada ao plano euclidiano e encontrada nos nossos livros escolares do ensino médio, em geral chamada "Teorema de Tales", como: "um feixe de retas paralelas determina, sobre duas retas transversais, segmentos correspondentes proporcionais". Obras como Heath (1981) e Thomas (1991) não incluem essa asserção entre os resultados atribuídos a Tales. Uma figura mínima que a ilustra tem três retas *a*, *b*, *c* paralelas que cortam uma transversal *r* nos pontos *A*, *B*, *C* e outra transversal *s* correspondentemente nos pontos *A'*, *B'*, *C'*. Tomado esse sistema de retas como interpretação da formulação de Eudoxo, temos duas medidas de uma grandeza representadas, por exemplo, pelos segmentos *AB* e *BC*; as duas medidas correspondentes da segunda grandeza ficam representadas pelos segmentos *A'B'* e *B'C'*. A noção rigorosa da correspondência das medidas eqüimúltiplas e correspondentes entre as duas grandezas é o que expressamos segundo a *escrita moderna* $AB/BC = A'B'/B'C'$. Se coincidirmos *A* e *A'*, o resultado é o que Moise & Downs (1971, pp. 280, 281, 307-309) dá como "Teorema Fundamental sobre Proporcionalidade (TFP)", com o seguinte enunciado: "Se uma reta paralela a um lado de um triângulo intercepta os outros dois lados em pontos distintos, então ela determina segmentos que são proporcionais a esses lados". O autor apresenta uma demonstração formal dessa asserção sustentada em asserções sobre relações entre medidas e áreas de triângulos, e a expressão conclusiva da demonstração é a da igualdade entre as duas razões, que pela nossa exposição é: $AC/AB = AC'/AB'$, ou podendo ser AC/AC' = AB/AB' ou AB/AB' = BC/ B'C' ou ainda outras formas que tão bem podemos extrair de uma figura. A garantia das eqüimultiplicidades está na igualdade das razões.

Portanto, quando encontramos no léxico, no sentido aritmético, que uma proporção é a igualdade de duas razões, essa significação está associada à escrita moderna dessa noção matemática, com os nossos traços de fração, que traduz a expressão grega em termos da relação entre medidas eqüimúltiplas de grandezas proporcionais.

Com a formulação de Eudoxo, que recai no esquema geométrico que ilustra o TFP, calculamos geometricamente a "quarta proporcional", como ensinamos hoje nas aulas de desenho geométrico, com régua e compasso: traçamos uma reta qualquer e sobre ela marcamos os comprimentos de dois seguimentos *AB* e *BC* da proporção *AB/BC = AD/x*. Com qualquer *inclinação*, traçamos a reta *AY*, sobre a qual marcamos o comprimento *AD*. Em seguida unimos *B* a *D* e traçamos uma *paralela* ao seguimento *BD* passando por *C*. Essa paralela cortará a linha *AY* no ponto *E* determinando, assim, o segmento de reta *DE* de medida *x* que é a "quarta proporcional" procurada. Esse conjunto de operações geométricas é equivalente ao que resolvemos com a chamada "Regra de Três" que consiste em calcular uma incógnita na igualdade de duas razões.

No esquema geométrico que descrevemos, a inclinação entre as retas transversais representa a liberdade das medidas ou dos números que compõe com o fator comum dos eqüimúltiplos; o paralelismo das retas que separam as medidas, representam exatamente a noção de proporcionalidade das grandezas representadas, ou a linearidade com que variam as medidas dessas grandezas.

Entre duas grandezas proporcionais *X* e *Y*, se conhecemos a relação em um par de medidas, ou seja, se uma dada medida *a* da grandeza *X* corresponde à medida *b* da grandeza *Y*, então podemos escrever a lei matemática da proporção entre essas duas grandezas, do seguinte modo: a qualquer outra medida *x* de *X*, existirá uma única medida *y* de *Y*, tal que *y/x = b/a* ou que *y = a/b x*. Essa relação de *proporcionalidade* é, especialmente, a chamada *função linear* na teoria das funções no plano numérico $/R^2$.

Segundo Zuffi (1999, p. 78), a definição de função mais abordada no ensino médio quando da realização da sua pesquisa, mostrou ser a que apresenta uma formalização intermediária entre a definição genérica de Dirichlet e a definição formal de Bourbaki: *Dados dois conjuntos X e Y, chama-se função a toda relação de X em Y na qual, para todo elemento de X, existe um único elemento correspondente em Y.* Esta definição se mostra adequada para darmos a *proporcionalidade* como uma função. O domínio *X* e o contra-domínio *Y*, como estão declarados, se portam como os conjuntos de medidas das grandezas proporcionais e, simbolizando a proporcionalidade por *f*, escrevemos que *y = f(x)* para dizer que *y* e *x* estão na proporção *f*. As medidas *x* e *y* são eqüimúltiplas sob um mesmo fator *k*, o porquê também escrevemos a proporcionalidade por *f(x) = kx*. Este fator *k* é obtido do conhecimento de um par particular de medidas relacionadas. Se as medidas *x* e *y* forem diretamente proporcionais temos *0<k<1*. Essa função satisfaz as condições *f(r + s) = f(r) + f(s)*, para quaisquer duas medidas *r* e *s* em *X*, e *f(nx) = nf(x)* para n um número real, com *x* e *nx* em *X*, que são exatamente a codificação de propriedades da proporcionalidade, ou seja, a codificação da linearidade na variação das medidas *x* e *y*.

O ideograma *f(x)* diz ser a representação da medida em *Y* que corresponde à medida *x* em *X*, pela proporção *f*. O ideograma *f(nx)*, do mesmo modo, diz ser a representação da medida que corresponde a *nx*, que é a medida *x* multiplicada pelo número *n*. Porém, entre medidas proporcionais, é da nossa própria construção intuitiva que se multiplicamos uma delas por um número, sua correspondente fica multiplicada pelo mesmo número, ou seu inverso,

conforme consta do livro VII de Euclides (apud Gonçalves, 1997, pp. 85, 59): "números estão em proporção, caso o primeiro do segundo e o terceiro do quarto seja múltiplo um-número-igual-de-vezes", o que também praticamos formalmente na aritmética dos números fracionários. Assim, a medida correspondente a *nx* por *f* é *nf(x)*. Então, *nf(x)* e *f(nx)* são, nessa relação, dois ideogramas que representam idéias equivalentes no sentido que ambas são medidas correspondentes à medida *nx* pela proporcionalidade *f*. Essa construção intuitiva passamos ao letramento matemático segundo a frase simbólica *f(nx) = nf(x)* como uma condição formal da Aritmética, aí construída com a associatividade e a comutatividade da multiplicação, para que uma função seja uma função linear. Cada qual dessas funções é a escrita matemática de uma proporcionalidade. À condição aditiva é realização da distributividade da multiplicação sobre a adição a partir do que diz a frase simbólica *f(x) = kx*.

Conclusões

Entendemos ter atingido nosso objetivo de discutir a escrita da *proporcionalidade* buscando explicitar o que é a noção *em si*, e como a passamos ao "letramento". Compreendemos que o ensino e a aprendizagem da Matemática devem dar-se nesse binômio, visto que o letramento da Ciência nos se mostra como um objeto à parte, mas ao mesmo tempo essencial para os seus lados epistêmico e pragmático. Essa síntese vem no sentido do que considera Duval (apud Damum, 1999, p. 143) ao afirmar que "as representações semióticas não são somente necessárias para a comunicação, mas igualmente essenciais para as atividades cognitivas do pensamento". Esses aspectos vêm nos tornando explícitos na investigação que conduzimos, tais como nos vêm nessa abordagem da *proporcionalidade*. Granger (1974, pp. 135-145) nos dirige a esse entendimento quando procura distinguir a linguagem da significação e se põe a estudar as relações entre essas entidades, revelando que a significação numa estrutura abstrata é necessariamente associada a signos.

Experienciamos o que menciona Auroux (1992, pp. 20, 21) sobre a objetivação da linguagem pela escrita, na proporcionalidade, visto que esta noção, como nos ocorreu neste trabalho, não passaria de um "sentimento" que nos ajudaria nas coordenações intelectuais, mas que não nos levaria a nenhuma solução de problemas fora do nosso próprio corpo, se não pudéssemos operá-la na nossa *razão gráfica*. Essa razão nos se mostra ampliada quando passamos da simples igualdade de razões numéricas para a modelagem segundo uma função algébrica na *escrita da proporcionalidade*. Ao utilizar essa "Língua da Álgebra", a escolha do texto da definição de função mais adequado à codificação da noção de proporcionalidade vem significar que este é um evento que podemos estar buscando no ensino e na pesquisa, isto é, buscar um texto mais adequado para o discurso sobre um dado objeto.

O que nos colocaram os demais autores e os professores, nossos sujeitos, em cada caso, de alguma forma encontramos consonância com o que experienciamos na produção desse trabalho. A hibridação da língua ordinária com a língua formal da Matemática, que autores e professores conjugam, nos saltou explicitamente, mostrando ser aspecto condicionante da significação.

Referências

AUROUX, Sylvain, Filosofia da linguagem. São Paulo: UNICAMP, 2000.

AUROUX, Sylvain. A revolução tecnológica da gramatização. São Paulo: UNICAMP, 1992.

ÁVILA, G. Proporcionalidade e Regra de Três. In: Revista do Professor de Matemática nº 8. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1986.

BURTON, M. B. Attempting Mathematics in a Meaningless Language. In: Andrew Sterrett (edit). Using Writing to Teach Mathematics. USA: Mathematical Association of America, 1992.

DAMUM, D. F. Registro de Representação. In: Franchi, Anna ... et al. Educação Matemática - uma introdução. São Paulo: educ, 1999, pp. 135-153.

GATTAS Fº, J. Ensino e Aprendizagem do Conceito de Proporcionalidade em Educação Matemática. São Paulo: UNESP/RC, Dissertação de Mestrado, 1994.

GÓMEZ-GRANELL, C. A aquisição da linguagem matemática: símbolo e significado. In; Teberosky. A.; Tolchinsky, L. (orgs). Além da alfabetização. São Paulo: Ática, 1996.

GONÇALVES, C. H. B. Os Livros Aritméticos de Euclides. São Paulo: UNESP/Rio Claro, Tese de Doutorado, 1997.

GRANGER, Gilles Gaston. Filosofia do estilo. São Paulo: Perspectiva, 1974.

HEATH, Thomas. A History of Greek Mathematics, Vol 1. From Thales to Euclid. New York: Dover Publications, Inc, 1981.

HEATH, Thomas. The Thirteen Books of Euclid's Elements. Vol. II. Books III-IX. New York: Dover Publications, INC, 1956.

HOUAISS, A. ; VILLAR, M. S. ; FRANCO, F. M. M. Dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

LABORDE, Colette. Deux Codes en Interaction Dans L'Enseignement Mathematique: Langue Naturalle et Escriture Symbolique. In: Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol 4.2. França, 1983.

LIMA, E. L.; CARVALHO, P. C. P.; WAGNER, E.; MORGADO, A. C. A Matemática do Ensino Médio. Volume 1. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1997.

MOISE, E. E. ; DOWNS Jr, F. L. Geometria Moderna. Parte I. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1964.

STEHNEY, A. K. Mathematicians Write; Mathematics Estudentents Should Too. In: Sterret, A. (Edit). Using Writing to Teach Mathematics. USA: Mathematical Association of America, 1992.

THOMAS, Ivor (Translator). Greek Mathematical Works I, Thales to Euclid. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, Englad, 1991.

ZUFFI, E. M. O Tema "Funções" e a Linguagem Matemática de Professores do Ensino Médio - por uma Aprendizagem de Significados. São Paulo: USP, Tese de Doutorado, 1999.

Henri Poincaré E Euclides Roxo: Subsídios Para A História Das Relações Entre Filosofia Da Matemática E Educação Matemática

DUARTE, Aparecida Rodrigues Silva
Prof. Orientador: Dr. Wagner Rodrigues Valente
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP.

Considerações Iniciais

O objetivo deste trabalho foi o de estudar quais as dinâmicas que envolvem as relações entre a Educação Matemática e a Filosofia da Matemática, tendo como objetivo específico analisar as atividades e as propostas educacionais sugeridas pelo professor de Matemática Euclides de Medeiros Guimarães Roxo (1890-1950), considerando fundamentalmente suas leituras em Filosofia da Matemática, procurando compreender como ocorreu a apropriação das idéias do filósofo matemático intuicionista Jules-Henri Poincaré (1854-1912) pelo professor brasileiro. Pretendemos dessa forma, contribuir para o alcance de uma visão mais abrangente das modificações sofridas pelo ensino secundário brasileiro durante o período compreendido entre 1929 a 1940.

Neste período, o professor de Matemática, Euclides Roxo, na condição de diretor do centenário Colégio Pedro II, foi uma das personalidades da História do Brasil que teve participação marcante na reforma de ensino do Colégio Pedro II em 1929, como também nas reformas de ensino de âmbito nacional empreendidas nas gestões de Francisco Campos em 1931 e de Gustavo Capanema em 1942 (Rocha, 2001), (Dassie, 2001).

Já no âmbito de uma Filosofia da Matemática nossa pesquisa apontou para a inegável influência dos pensamentos de Henri Poincaré nas propostas defendidas pelo professor Euclides Roxo para a completa modernização da Educação Matemática no Brasil.

Para a obtenção dos materiais necessários à elaboração desse trabalho, consideramos imprescindível a investigação junto aos documentos pessoais do professor Euclides Roxo que se acham reunidos no APER (Arquivo Pessoal Euclides Roxo). Trata-se de um acervo que contém centenas de documentos do professor Euclides Roxo, como: correspondência pessoal, rascunhos de livros didáticos, propostas de programas de ensino, recortes de jornais, trechos traduzidos de livros, exercícios de Matemática, listas de livros, etc.

Assim, por investigarmos nesta pesquisa, dentre outras fontes, um arquivo privado, norteamo-nos pelos ensinamentos da Nova História das Ciências, considerando que:

> *A Educação Matemática vista como apropriação cultural, deve lançar mão, muitas vezes, como ensina a Nova Historia das Ciências, de documentos nunca anteriormente considerados como fontes de pesquisa. Livros didáticos, arquivos escolares, arquivos pessoais de professores constituem grande parte dessa documentação (VALENTE, 2001d).*

Para a Nova História das Ciências (NHC), a ciência é vista como algo que se pratica. Para a construção dessa prática, os homens dependem de circunstâncias sociais, de uma determinada época (Pestre, 1998). A este fato, somam-se as condições de produção dos documentos. Para que um documento contribua para uma história total, necessário se faz

estuda-lo em conjunto com outros documentos, sem subestimar o ambiente que o produziu, uma vez que as atividades intelectuais encontram-se engajadas em contextos específicos que determinam as condições de seu desenvolvimento. Assim, o estudo da circulação dos textos e das práticas no tempo e no espaço social e geográfico é primordial para o historiador. Pestre nos adverte ainda, sobre a importância das análises das controvérsias, pois estas propiciam a verificação de como uma determinada convicção se sobressai em face de outras propostas, possibilitando constatar como são descritos, apropriados e traduzidos os enunciados dos contendores. Sob esta perspectiva, analisamos a controvérsia surgida com o debate público travado pelo professor Euclides Roxo e o professor Almeida Lisboa, momento que possibilitou apurar como o professor Euclides Roxo se apropriou das idéias defendidas por Poincaré.

O termo apropriação como empregamos neste estudo, é aquele definido por Chartier (1991). Neste novo enfoque, a leitura é considerada uma prática investida de gestos, espaços, hábitos; sendo essencial compreender como tais textos podem ser diversamente apreendidos, manipulados e compreendidos.

Poincaré: filósofo matemático intuicionista

Jules-Henri Poincaré, (1854-1912), nasceu em Nancy. Foi engenheiro de minas, obtendo doutoramento em ciências Matemáticas em 1879, defendendo tese sobre Equações Diferenciais. Ocupou cargos importantes em várias escolas superiores francesas, como também participou de várias sociedades científicas internacionais, sendo agraciado com o título de doutor honoris causa em diversas universidades.

Nesta pesquisa, analisamos as seguintes obras de Poincaré, na área da filosofia das ciências: "La science et l'hypothèse" (1902), "La valeur de la science" (1905), e os seguintes artigos: "La logique et l'intuition dans la science et dans l'enseignement" (1899), "Les définitions générales en mathématiques" (1904) e "L'invention mathématique" (1908).

Um dos problemas que mais preocuparam Poincaré em filosofia da Matemática foi o papel da Intuição. Considerava-a como a própria faculdade de invenção. Em Poincaré, a intuição é freqüentemente confundida com a evidência, possibilitando assim, verificar um conhecimento intuitivo da verdade, sem, no entanto, na maioria das vezes, torná-la independente da razão lógica.

Discordava da idéia de que a intuição vai se tornando cada vez mais restrita, na medida mesma em que a ciência torna-se mais demonstrativa e verdadeira. Ponderava que, em uma demonstração, é possível distinguir o exterior do interior. O exterior é a parte lógica, o discurso em que a análise sobressai, enquanto que o interior é a razão íntima que torna a demonstração uma unidade, ou seja, a intuição.

Poincaré compara estes dois aspectos da demonstração como uma jogada de xadrez, em que o motivo externo seria o fato de poder compreender as jogadas praticadas pelos jogadores. No entanto, saber o motivo pelo qual o jogador prefere uma peça ao invés de outra que poderia ser movida sem violar as regras do jogo é a razão íntima, interna, que faz das ações sucessivas dos jogadores, uma espécie de todo organizado (BRUNSCHVICG, 1993:451).

Para Poincaré, a intuição é uma faculdade do espírito, cuja função é essencialmente heurística: "É pela intuição que se descobre e se inventa, mas é pela lógica que se justifica" (POINCARÉ, 1899:161).

Poincaré empregou a palavra intuição em dois sentidos. Um deles, como fonte de noções puras, que conduz à noção do número natural, sobre a qual se baseia toda a Análise. O outro sentido, considera-a como um instinto inventivo, ou seja, representa o trabalho profundo do espírito na descoberta científica (COSTA, 1971:94). Além disso, reconhece os números naturais como intuitivos, básicos. Acreditava que o processo de indução tornava-se necessário para as demonstrações livres de contradições uma vez que a indução matemática nos é forçada por nossa intuição. Para Poincaré, a prova livre de contradição é a base adequada para a asserção da existência da Matemática (MENEGHETTI, 2001:120).Para Poincaré, a intuição percorre todos os níveis de atividade do conhecimento humano: a percepção, o entendimento, a imaginação e a razão (SILVA, 1992:45).

Em se tratando da imaginação, cabe à intuição o papel criador que age em função de mecanismos psicológicos que a criam. Poincaré acreditava que há dois níveis distintos de atividade, um inconsciente ou pelo menos parcialmente inconsciente, de ação seletiva; e um consciente, encarregado de organizar e justificar o que foi selecionado pela ação consciente. A ação seletiva irá buscar, no emaranhado das combinações, aquela que irá ascender à consciência durante a criação. Cabe à intuição esta função seletiva, que é guiada por uma sensibilidade estética, voltada para a harmonia e simplicidade. Esta intuição não corresponde necessariamente à verdade, pode apontar para uma verdade, mas não pode justificá-la.

Para Poincaré, a falta de compreensão de uma determinada teoria pelos estudantes deve-se à falta de justificação e excesso de rigor na apresentação inicial dessa teoria. Considerava que a compreensão de uma demonstração varia de acordo com a maturidade do estudante, devendo-se evitar, no início de uma exposição, detalhes sutis, dando ao educando uma visão geral da demonstração (1904:257-269). Portanto, para Poincaré, os estudantes têm dificuldade em compreender teorias quando estas são apresentadas de forma definitiva, formal, apartada de seu desenvolvimento e significado, posto que deste modo, assumem um aspecto artificial. Os professores, ao esquecer as raízes históricas da matemática, não observam o como e o porque de suas questões propostas, apresentando suas teorias de modo demasiadamente formal. Para Poincaré, recorrer à história é mais uma concessão necessária que o professor deve proporcionar ao aluno, respeitando seu processo de maturação psicológica (BRUTER, 1996, p.52-54).

Vuillemin, ao prefacear a obra de Poincaré, "A Ciência e a Hipótese" (1984:7), relata que Poincaré rejeitou e ridicularizou as tentativas de fundamentar a Matemática na Lógica, sendo dessa forma adversário intransigente do logicismo e do formalismo. Apesar de, num primeiro momento, as críticas de Poincaré ao logicismo causarem atrasos no desenvolvimento da lógica em França, estas acabaram por estimular os lógicos, pois estes tinham que desdobrar novos estudos para responder às suas sutis apreciações (SILVA, 1992:56).

O Ensino da matemática na Primeira República

Euclides de Medeiros Guimarães Roxo (1890-1950), nasceu na cidade de Aracaju, Sergipe. Foi um dos mais brilhantes alunos do Colégio Pedro II.

A partir de 1925, Euclides Roxo assume a direção do Externato do Colégio Pedro II, principal estabelecimento de ensino secundário brasileiro da época. Nesta posição privilegiada, e sem contar o fato de estar sempre atualizado com os lançamentos de livros de matemática, fazem com que, em 1927, lance sua proposta de renovação do ensino da matemática para a

Congregação do Colégio Pedro II, nos moldes do que vinha ocorrendo em alguns países desenvolvidos da Europa.

A reforma, sugerida por Euclides Roxo, iniciou-se no Colégio Pedro II, a partir de 1929. As modificações foram implantadas a partir da primeira série e seriam gradativamente adotadas nas séries seguintes, de forma a permitir ajustes e promover a participação de professores, com críticas e sugestões no processo que estava sendo colocado em prática.

Com a vitória da Revolução, em novembro de 1930, formou-se o Governo Provisório, tendo Getúlio Vargas (1883-1954) como presidente. Getúlio Vargas tratou de organizar o ministério, chamando Francisco Campos (1891-1968) para a pasta da Educação e Saúde Pública. Este por sua vez, convida Euclides Roxo para assumir importante cargo no Colégio Pedro II, como Diretor do Internato, cargo que ocupou até 1937. Ainda em 1931, Francisco Campos também convida Euclides Roxo para participar da comissão que tratará da reforma do ensino brasileiro, o qual aceita participar da elaboração dos novos programas de matemática do novo governo.

A Reforma Francisco Campos, em 1931, acolhe as alterações promovidas por Euclides Roxo para o Colégio Pedro II, ocorridas em 1929. No entanto, sua implantação deu-se de forma abrupta, isto é, ao invés de um procedimento gradual como fora pensado inicialmente, estas foram introduzidas simultaneamente para todas as séries de ensino no país. Desse modo, as idéias modernizadoras são implantadas em todo o país, surgindo também, em conseqüência, forte resistência por parte de profissionais ligados ao ensino tradicional da matemática.

As idéias pedagógicas de Euclides Roxo

Com o intuito de identificar pontos de convergência entre os pensamentos de Poincaré e Euclides Roxo, analisamos, nesta pesquisa, publicações de autoria do professor Roxo, a saber: os livros didáticos: "Lições de aritmética" (1923); "Curso de matemática elementar" volumes I, II e III (1929 a 1931); o artigo "O ensino da matemática na escola secundária" publicado na revista SCHOLA em novembro de 1930; artigos publicados no "Jornal do Commercio", no período que compreende novembro de 1930 a março de 1931; dando destaque à polêmica mantida por Euclides Roxo e Almeida Lisboa, no "Jornal do Commercio"; capítulos do livro "A matemática na educação secundária", e do artigo "A matemática e o curso secundário" publicado na revista da ABE, ambos de cunho especificamente pedagógico, publicados em 1937; além disso, fizemos uma pesquisa junto ao programa oficial de ensino de Matemática de 1931, expresso através do Decreto 19.890 de 18/04/1931, uma vez que este programa foi proposto por Euclides Roxo e integralmente aceito pelo Ministério da Educação (ROCHA, 2001: 197-200);

As idéias de Euclides Roxo defendidas e publicadas em suas obras diziam respeito, basicamente, aos seguintes aspectos pedagógicos:

Defendia a fusão dos diferentes ramos da matemática, interligando-os em uma única disciplina. Considerava fundamental a introdução do conceito de função, de modo a possibilitar esta conexão entre as diversas partes da matemática.

Os conceitos a serem ensinados deveriam obedecer a uma seqüência que facilitasse o aprendizado dos conteúdos da matemática. Assim, necessário seria partir de um conhecimento intuitivo para depois atingir a forma mais abstrata e formal que a matemática adquiriu através dos séculos. Indispensável, portanto, que os professores tivessem uma base sólida em História

da Matemática. Desse modo, as idéias do professor Roxo se harmonizam com as recomendações pedagógicas de Henri Poincaré, que atribuía o fracasso no ensino da matemática ao fato de que suas teorias são apresentadas sem que se justifiquem as razões de sua escolha, sem mostrar as tentativas e os esforços para sua elaboração, ocorridos ao longo da história.

Para Euclides Roxo, a escola deveria respeitar a lógica própria de cada indivíduo, defendendo que a lógica sistemática constituir-se-ia em ponto final e não ponto de partida: "A intuição forma a base do conhecimento e, a princípio, só lentamente se penetra na consciência da lógica". Buscava um ensino balanceado, unindo intuição e lógica. O ensino intuitivo seria utilizado nas séries iniciais do secundário, com o objetivo de preparar o aluno para as séries finais. Quando este já tivesse maturidade suficiente, ser-lhe-ia então, apresentado o método dedutivo. Nota-se também nesse aspecto, concordância com os pensamentos de Poincaré, quando argumenta que se deve esperar que o aluno esteja familiarizado com o raciocínio matemático de modo que, quando seu raciocínio estiver amadurecido, as dúvidas surgirão sucessivamente, espontaneamente, exigindo a demonstração e então o rigor se fará necessário (POINCARÉ, 1899).

Euclides Roxo discute também, em um dos artigos, a importância do ensino da matemática inter-relacionado com outras disciplinas. A finalidade da matemática no secundário era preparar o aluno para a vida, utilizando aplicações práticas, de modo a torná-lo um cidadão para viver com dignidade em uma sociedade democrática. Era importante ensinar a matemática em perfeita interação com as outras disciplinas do curso.

Conclusões

Para que pudéssemos melhor compreender os resultados obtidos nas análises feitas durante a pesquisa, separamos em dois grupos os trabalhos de Euclides Roxo, de acordo com as conclusões parciais e características específicas dos textos em questão.

Com relação ao estudo dos textos do primeiro grupo, composto pelos livros didáticos de Euclides Roxo, concluímos que, embora Euclides Roxo acate as idéias pedagógicas básicas de Henri Poincaré, não adotou integralmente seus ensinamentos. Consideramos que, Euclides Roxo se apropriou de muitas idéias de Poincaré, mas em alguns pontos não se ateve a elas. É exemplo disto o caso da demonstração por absurdo, aceita por Roxo e totalmente rejeitada pelos intuicionistas. Cabe lembrar que, Euclides Roxo se apropria das idéias de Poincaré, no sentido descrito por Chartier, que envolve entre outros aspectos, a apreensão, manipulação e compreensão de textos. Desta forma, para explicar a posição de Euclides Roxo, devemos considerar aqui o contexto histórico, social, cultural e econômico da época em que o professor Roxo publicou suas obras, quando sofreu influência de outros pensadores.

Num segundo grupo, reunimos os resultados alcançados nas análises de publicações que tratam especificamente da pedagogia da Educação Matemática; ou seja, das finalidades do ensino, das escolhas e organização da matéria versada. Verificamos que em todas essas obras, Euclides Roxo procura, na conferência de Poincaré, "Les définitions mathématiques" amparo para suas idéias. Não faz nenhum reparo aos pensamentos de Poincaré, adotando-os integralmente. Utiliza-se da autoridade do matemático para atestar o desinteresse dos alunos pela Matemática, aproveitando para mostrar a ineficiência do excesso de rigor dos mestres.

Nos artigos de jornal, destacamos a polêmica travada entre Euclides Roxo e Almeida Lisboa. Em Almeida Lisboa, encontramos o perfil do professor de Matemática tradicional, para quem as demonstrações rigorosas devem ser introduzidas de imediato, sendo em sua concepção a maneira correta de ensinar Matemática. Dessa controvérsia, depreende-se que houve um choque entre concepções de ensino, uma vez que são contrastantes as idéias de Euclides Roxo e Almeida Lisboa no que diz respeito às definições, principalmente de alguns conceitos geométricos, ficando claro por meio da escolha das definições a adesão a metodologias opostas de ensino. Vimos assim, que há duas concepções opostas. Uma defendida por Euclides Roxo, em que a intuição tem papel preponderante, especialmente no início da aprendizagem; e outra que enfatiza as definições puramente lógicas, com pouca ou nenhuma participação da intuição. Como resultado da análise desta polêmica, constatamos que o procedimento metodológico proposto por Roxo encontra-se completamente sintonizado com as idéias de Poincaré.

Constata-se dessa forma que a Filosofia da Matemática interfere na modificação do ensino da Matemática. Na medida em que somos partidários de determinada corrente filosófica, o ensino que ministramos estará impregnado desta filosofia. A metodologia de ensino é parte da concepção de educação, pois expressam valores que justificam propostas de renovação do ensino. A metodologia, portanto, não é neutra, está profundamente ligada ao tipo de crença que temos sobre educação, e que naturalmente, encontra-se em íntima relação com a filosofia que defendemos.

Logo, as relações que envolvem o ensino da Matemática e a Filosofia da Matemática expressam-se pelas escolhas feitas para o ensino. Podemos relacionar ensino e Filosofia da Matemática por meio da escolha, entre outros, de axiomas, teoremas, o modo de demonstração, o conteúdo. Mesmo após privilegiarmos determinado conteúdo, elegemos o modo como este conteúdo será desenvolvido em sala de aula, como será trabalhada uma seqüência lógica, qual forma consideramos dar maior significado à aprendizagem.

Como pudemos verificar, por meio das análises realizadas nos diversos textos de autoria do professor Roxo, quais sejam: seus livros didáticos, suas obras de cunho especificamente pedagógico, o programa para o curso de Matemática de 1931 e nas justificativas publicadas no Jornal do Commercio, Euclides Roxo não toma diretamente partido do intuicionismo de Poincaré, mas o faz por meio das recomendações pedagógicas defendidas por esse filósofo.

Em outras palavras, a dinâmica entre Filosofia da Matemática e Educação Matemática durante este período histórico se explicita por meio de uma intermediação, promovida por Euclides Roxo, em que fundamenta suas propostas para a renovação do ensino da Matemática na filosofia intuicionista, apropriando-se das recomendações pedagógicas de Poincaré.

Ao optar por Poincaré, Euclides Roxo deu ao ensino secundário brasileiro, ênfase para o ponto de vista psicológico, sendo inovador neste aspecto. A Matemática escolar, mais do que discorrer sobre demonstrações impecáveis sob o ponto de vista do rigor lógico, tenderia a dar significado à aprendizagem do aluno, voltando-se, deste modo, para a compreensão dos conteúdos a serem trabalhados. Neste sentido, para alcançar a compreensão dos conceitos, torna-se primordial observar a maturidade do aluno.

Bibliografia

APER – Arquivo Pessoal Euclides Roxo. São Paulo: PUC-SP.

BRUNSCHVICG, L. L'intelligence mathématique e la vérite In: Les étapes de la philosophie mathématique. Paris, A..Blanchard, 1993.

BRUTER, C. Les leçons pédagogiques d'Henri Poincaré. In: Comprende les mathématiques – les 10 notions fondamentales. França: Odile Jacob, 1996.

CHARTIER, R. O mundo como representação. In: Estudos avançados 11(5). IEA-USP. São Paulo, 1991.

COSTA, M. A. A idéias fundamentais da matemática. São Paulo: Grijalbo e Editora da Universidade de São Paulo, 1971.

DASSIE, B. A. A Matemática do curso secundário na Reforma Gustavo Capanema. Dissertação de Mestrado, PUC-RJ, 2001.

MENEGHETTI, R.C.G. O intuitivo e o lógico no conhecimento matemático: uma análise à luz da história e da filosofia da matemática. Tese de Doutorado. Rio Claro: UNESP, 2001.

PESTRE, D. "Por uma nova história social e cultural das ciências: novas definições, novos objetos, novas abordagens" In: Cadernos IG/Unicamp. Vol.6, nº. 1. Campinas, SP: Ed. Unicamp, 1996.

POINCARÉ, J.H. La logique et l'intuition dans la science mathématique et dans l'enseignement, In: L'Enseignement Mathématique, Paris, Genebra, nº 3, maio, 1889.

_____ Les définitions générales en mathématiques in: L'Enseignement Mathématique, Paris, Genebra, 6º année, 1904.

_____ L'invention mathématique, In: L'Enseignement Mathématique, Paris, Genebra, 10º année, 1908.

_____ A ciência e a hipótese. Brasília: Universidade de Brasília,1984.

_____ O valor da ciência. Rio de Janeiro: Contraponto, 2000.

PORTARIA MINISTERIAL DE 30 DE JUNHO DE 1931. Programas do curso fundamental do ensino secundário. In: BICUDO, Joaquim de Campos. O ensino secundário no Brasil e sua atual legislação (de 1931 a 1941 inclusive). São Paulo: 1942.

ROCHA, J. L. A matemática do curso secundário na Reforma Francisco Campos. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 2001.

ROXO, E. Lições de aritmetica., Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1923.

_____ Curso de matematica elementar. v. I, II, III.Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1929 - 1931.

_____ O ensino da matemática na escola secundária. Schola, Rio de Janeiro: ABE, nº 08, ano I, p.265-273, nov. 1930b.

_____ O ensino da matemática na escola secundária .Jornal do Commercio, Rio de Janeiro, 30 nov. 1930 a 1º mar.1931.

_____ A matemática na educação secundária. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1937a.

_____ A matemática e o curso secundário. In: PEIXOTO, A., et alli. Um grande problema nacional (Estudos sobre o ensino secundário). Rio de Janeiro: Pongetti, 1937b.

SILVA, J. J. da. Ciência e filosofia de Poincaré. In: Século XIX: o nascimento da ciência contemporânea. Coleção CLE., vol. I, Campinas: UNICAMP,1992.

VALENTE, W. R. Uma história da matemática escolar no Brasil (1730 – 1930). São Paulo: Annablume, 1999.

_____ (coord.): História da educação matemática no Brasil, 1920-1960. Projeto em Andamento (Auxílio à Pesquisa-FAPESP/PUCSP), 2001.

Os Programas de Matemática da Reforma Francisco Campos: Enciclopédicos ou Infantis?

Arlete Petry Terra Werneck
Orientação do Prof. Dr. Wagner Rodrigues Valente
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Palavras-chave: Programa de Matemática; Reforma Francisco Campos; Euclides Roxo

Mil novecentos e trinta e um. É uma nova era no Brasil. Uma reforma de ensino é inserida em todo o território brasileiro. Um novo programa de Matemática foi imposto pela Portaria Ministerial de 30 de junho de 1931, conforme determinou o art. 10 do Decreto no. 19.890 de 18 de abril de1931. A Aritmética, Álgebra e Geometria que até então eram ensinadas no Brasil de maneira estanque, passaram a ser lecionadas no curso secundário de forma unificada, isto é, houve a fusão de seus ramos, formando uma só disciplina: a Matemática.

Muitas críticas surgiram em torno dessa Reforma. Uma das que se destacaram, é a crítica de um professor defensor das humanidades clássicas, Pe. Arlindo Vieira. Este acusava os programas da Reforma Francisco Campos de serem enciclopédicos. Entendia ter comprovado esse enciclopedismo, por meio da comparação desses programas aos adotados pela França. São suas palavras: "Creio que não há pessoa sensata que, ao comparar tais programas com os nossos, não tenha sentido vivamente quão errados andamos nós...".(1935)

Defendendo-se das críticas, o mentor dos programas de matemática da Reforma, o professor Euclides de Medeiros Guimarães Roxo declarava no Jornal do Commercio (1930) que esses programas estavam de acordo com o Movimento Renovador Internacional de Matemática, no qual países como França, Inglaterra, Alemanha e Estados Unidos estavam envolvidos.

As palavras de Pe. Arlindo Vieira, quando da comparação dos programas Brasil e França relativos à primeira e segunda séries (sixième, cinquième), eram claras: "só a parte correspondente a aritmética é muito mais desenvolvida do que a dos programas franceses relativa aos mesmos anos. Compreendem, com efeito, todo o programa de aritmética do terceiro ano do ginásio francês".

No entanto, existia outra crítica em torno dos programas de matemática elaborados por Euclides Roxo, bastante relevante. Era a de seu colega, professor catedrático do Colégio Pedro II, Joaquim Inácio de Almeida Lisboa. Este entendia que os programas elaborados por Euclides Roxo eram infantis e acreditava serem dignos para educar "jardineiros analfabetos".

Enquanto Almeida Lisboa acusava o programa de matemática brasileiro de infantil, Pe. Arlindo Vieira acusava-o de enciclopédico. Um dizia que os programas eram para educar jardineiros, o outro, ao contrário, dizia que nossos alunos jamais conseguiriam acompanhar os programas devido sua complexidade. Mas quem afinal tinha razão? Seria nosso programa infantil ou enciclopédico?

Este artigo, portanto, pretende traçar as diferenças e semelhanças entre os programas da França e do Brasil, e por meio desta comparação, analisar as opiniões de Pe. Arlindo Vieira e do Professor Almeida Lisboa, em torno do programa renovador do Brasil.

O movimento renovador na França – um breve resumo

Segundo Félix KLEIN, foi em 1900 que, devido o crescimento da indústria e do comércio, houve na França um grande empenho para um movimento de reforma no ensino da matemática. Esse movimento visava orientar no ensino os conhecimentos utilizados na prática, não se limitando, portanto, aos conhecimentos teóricos.

Essa Reforma, que nasceu das controvérsias da Câmara dos Deputados, foi incluída nos planos de estudo de 1902 e posta em prática imediatamente. No entanto, segundo Rudolf BKOUCHE (1996, p.125) ela sofreu muitas críticas. A principal delas foi quanto a falta de rigor. O ensino da geometria era excessivamente experimental, encontrando forte resistência dos professores do Liceu. Em 1923, novos programas com concepções mais clássicas, tomaram o lugar dos programas de 1902.

Porque na Alemanha deu certo?

Segundo SCHUBRING (1996), diante do ocorrido na França em 1902, F. KLEIN – professor Universitário – foi aconselhado pelo ministério prussiano a organizar com os próprios professores, um suporte às suas propostas inovadoras. Cinco escolas experimentais foram mantidas pelo ministério. Em toda a parte, e não somente nessas cinco escolas, os professores se engajaram massivamente no ensino inovador, sem serem a isso obrigados por decretos oficiais. Em dez anos, esses diferentes movimentos chegaram de fato a mudar inteiramente a prática e as concepções do ensino escolar, equilibrando a matemática universitária e introduzindo aplicações e estabilizando a situação da matemática nos colégios técnicos.

Quando, em 1925, foi oficializada na Prússia a introdução dos elementos do cálculo diferencial integral nas classes superiores, não houve nenhuma reação contrária, pois os estabelecimentos secundários já faziam uso das propostas de KLEIN.

Os programas

Serão analisados, neste trabalho, o programa de matemática da 1ª série do Brasil e o programa de matemática do Sixième (1ª série) da França. Com a analise da primeira série de ambos países, acreditamos ser possível uma percepção da dimensão do conteúdo programático.

Portanto, abaixo apresento o programa da Reforma Francisco Campos. Esse programa foi extraído do livro de Bicudo de1942.

Primeira Série (3 Horas)

I. Iniciação Geométrica.

Principais noções sobre as formas geométricas.

Áreas do quadrado, retângulo, paralelogramo, triângulo e trapézio; circunferência e área do círculo.

Volumes do paralelepípedo retângulo, do cubo, do prisma retangular, do cilindro e do cone circular (retos). Fórmulas.

II. Aritmética.

Prática das operações fundamentais. Cálculo abreviado. Exercício de cálculo mental.

Noção de múltiplo e divisor. Caracteres de divisibilidade.

Decomposição em fatores primos; aplicação ao m.d.c. e ao m.m.c.

Frações ordinárias e decimais. Operações com as frações. Explicação objetiva pelo fracionamento de objetos ou de grandezas geométricas.

Sistema métrico decimal. Prática das medidas de comprimento, superfície, volume e peso.

Operações com números complexos: unidades de tempo e de ângulo.

Sistema inglês de pesos e medidas.

Quadrado e raiz quadrada de números inteiros e decimais; aproximação no cálculo da raiz.

Traçado de gráficos.

III. Álgebra.

Símbolos algébricos; fórmulas; noções de expoente.

Números relativos ou qualificados. Operações. Explicação objetiva das regras dos sinais.

Cálculo do valor numérico de monômios e polinômios. Redução de termos semelhantes; adição e subtração.

Multiplicação de monômios e polinômios em casos simples. Explicação objetiva pela consideração de áreas.

Potências de monômios. Quadrado de um binômio.

Primeira noção de equação com uma incógnita; resolução de problemas numéricos simples.

Com a analise deste programa, percebe-se a presença de conteúdos de Geometria, de Aritmética e de Álgebra. Apesar de estarem em tópicos separados esses ramos da matemática, deveriam estabelecer uma conexão entre si, conforme a instrução metodológica abaixo:

A matemática será sempre considerada um conjunto harmônico cujas partes estão em viva e íntima correlação. A acentuação clara dos três pontos de vista – aritmético, algébrico e geométrico – não deve, por isso, estabelecer barreiras intransponíveis, que impeçam o estudante de perceber as conexões entre aquelas disciplinas (BICUDO, 1941).

Agora, abaixo apresento o programa de matemática do sixième da França. Este programa foi retirado do livro de Pe. Arlindo Vieira. Segundo ele, refere-se a programas de 1935.

1° Ano (Sixième)

Revisão das operações sobre os números inteiros.

Exercícios de cálculo mental. Condições de divisibilidade por 2, 5, 9 e 3.

Problemas sobre as grandezas representadas por números inteiros. Frações de grandezas. Noção de fração, frações iguais, redução de várias frações ao mesmo denominador. Problemas sobre as frações de grandezas, operações sobre as frações, frações decimais, números decimais.

Com a análise deste programa, percebe-se que o conteúdo é estritamente aritmético, bem diferente do programa do Brasil.

Uma breve comparação

Diferenças: No conteúdo programático do Brasil encontra-se Geometria, Aritmética e Álgebra. Já no conteúdo programático da França encontra-se unicamente a Aritmética. Ainda assim, se analisarmos apenas a parte referente a Aritmética de ambos países, nota-se que no programa do Brasil a parte de aritmética é ainda muito mais extensa.

Semelhanças: Os únicos itens do conteúdo aritmético de ambos países que talvez possamos dizer semelhança, são: Operações sobre inteiros. Calculo mental; Divisibilidade; Grandezas representadas por números inteiros; Frações de grandezas. Problemas; Frações decimais. Problemas. Dessa maneira podemos dizer que o programa da França está contido no programa do Brasil, no entanto, a recíproca não é verdadeira.

Pe. Arlindo Vieira, professor e defensor das humanidades clássicas, fazia críticas aos programas da Reforma Francisco Campos, no entanto, essas críticas não se restringiam à matemática. Eram também alvo os programas de ciências, histórias naturais, e física e química. Quanto a comparação dos programas de matemática, suas palavras eram as seguintes (pp. 140-141):

Os programas destas matérias, atualmente em vigor no nosso ensino, são verdadeiramente deploráveis.

Servirão de base de comparação os programas franceses, mas poderíamos tomar os de outro país qualquer, da Bélgica, da Itália, da Áustria, etc., porquanto todos obedecem, mais ou menos, ao mesmo critério.

(...) O programa de álgebra da Segunda série corresponde ao programa do quinto ano do ginásio francês!

Pergunto agora, qual é o resultado dessa miscelânea que impingimos aos pobres alunos da Primeira e Segunda série?

Ora, mas afinal, teria, então, Pe. Arlindo Vieira razão, ao acusar os programas do Brasil de enciclopédicos?

É difícil acreditar que os programas do Brasil não eram enciclopédicos, diante da breve comparação acima e das palavras de Pe. Arlindo.

Então, quais eram os argumentos usados por Almeida Lisboa, para tentar provar que os programas do Brasil eram tão tolos, a ponto de serem úteis para educar "jardineiros analfabetos" ?

O programa de 1931 da Reforma Francisco Campos, originou-se do programa do Colégio Pedro II de 1929. Esse programa, tanto criticado pelo Professor Almeida Lisboa, está totalmente inserido no livro de Euclides Roxo "Mathematica Elementar".(Werneck, em

preparação). É, neste livro que conversa com os alunos, que está descrito exatamente como abordar os assuntos de maneira intuitiva. Essa maneira de abordar os assuntos intuitivamente, fugindo do rigor matemático e entrelaçando os ramos da matemática, fez com que Almeida Lisboa, tomasse a afirmação, já dita, como verdadeira.

Vejamos algumas palavras de Almeida Lisboa. Os trechos a seguir são retirados do artigo do Jornal do Comércio de 1930, intitulado "Os Programas de Matemática do Colégio Pedro II":

Não é matemática para jardineiros analfabetos que ela (mocidade) vem procurar nos cursos secundários.

(...) Como pode o professor Roxo comparar os nossos mesquinhos programas com os que sempre existiram em todos os países de adiantada cultura intelectual?

É puro disparate apresentar a horrível mutilação do nosso atual ensino como preludio da nova orientação que resultou do Congresso Internacional.

Os livros em que o Senhor Roxo expõe o seu programa, são excessivamente infantis. Suas aplicações práticas são ilusórias e de nenhum alcance.

Considerações finais

Pela comparação dos programas apresentados, observou-se que muitas são as diferenças e poucas as semelhanças. Pelo ponto de vista da comparação, tem-se plena convicção que os programas do Brasil eram realmente enciclopédicos.

Pelo ponto de vista do professor de matemática Almeida Lisboa, os programas do Brasil, apesar de abordar grande número de conteúdos, eram "ridículos", pois era de um utilitarismo excessivo, sem a menor feição lógica.

Então, por meio das demonstrações de enciclopedismo – observadas com a comparação dos programas e pelas palavras de Pe. Arlindo e, de utilitarismo excessivo - postos por Almeida Lisboa in Jornal do Comércio, tudo indica que o programa de Euclides Roxo, apesar de abordar, diferentemente da França, um grande número de conteúdo de aritmética, de álgebra e de geometria, não se constituía em programa enciclopédico, pois os assuntos abordados eram entrelaçados e estudados paulatinamente, com a intenção de aprofundamento apenas no decorrer dos anos estudados, onde a lógica seria alcançada aos poucos, conforme instruções pedagógicas da Reforma Francisco Campos para o programa de matemática:

Partindo da intuição viva e concreta, a feição lógica crescerá, a pouco e pouco, até atingir, gradualmente, a exposição formal; ou por outras palavras, os conhecimentos serão adquiridos, a princípio, pela experimentação e pela percepção sensorial, e, depois, lentamente, pelo raciocínio analítico. (BICUDO, 1942)

O enciclopedismo tanto comentado por Pe. Arlindo Vieira, talvez possa ser desconsiderado, pelas seguintes palavras de Almeida Lisboa (in Jornal do Comércio):

Neles (programas inseridos no livro) não há vestígio da mais simples demonstração de qualquer teorema, por mais elementar que seja; existem apenas verificações materiais, e portanto, imperfeitas e grosseiras. Desapareceu o raciocínio modelar, característico de uma demonstração da própria matemática. (...) Foi abolido tudo o que era útil ao desenvolvimento intelectual do aluno.

Estamos formando uma geração de ignorantes. Vai desaparecendo, entre nós, o ensino da matemática. Os programas são ridículos, tão ridículos quanto a nossa literatura matemática.

Teria, então, Almeida Lisboa razão nessas palavras tão impiedosas? O que se pode colocar a favor de Almeida Lisboa é que além de matemático, ele analisou e estudou a maneira como seriam abordados os assuntos do programa, enquanto que Pe. Arlindo Vieira, além de ser defensor das humanidades clássicas, a qual estava perdendo espaço para as ciências e línguas modernas, limitou-se em analisar apenas os programas. Essa tática não traria resultados verdadeiros, pois um fator fundamental, que é a metodologia dos programas, foi deixado de lado para uma conclusão sensata. Não que ele não soubesse que esse fator era de grande importância, mas é que seu verdadeiro interesse era outro. Pe. Arlindo fazia essas comparações, não só com a França, mas também com Itália e Áustria, e seu alvo não era unicamente o programa de matemática. Ele fazia, inclusive, comparações em número de horas do nosso programa de latim com o de outros países, tentando mostrar a defasagem que assenhorava o Brasil em relação ao ensino clássico. O grande interesse de Pe. Arlindo, portanto, era tentar sensibilizar as autoridades, professores e alunos mostrando quão errados estávamos ao preterir o ensino clássico em favor do ensino científico.

Almeida Lisboa, por sua vez, já era habituado à matemática pura e formal. Ele via a beleza nas demonstrações geométricas, na abstração da Álgebra a e na clareza Aritmética. Para que mudar coisas tão belas? Em suas manifestações contrárias às idéias de Roxo, expõe, no Jornal do Commercio, a influência que lhe regia:

> *Como estamos longe do injustificado desprezo do Sr. Roxo pelos tratadistas franceses, pela celebre geometria de Legendre, pelos perfeitos e modelares exercícios da álgebra de Rertrand, pelos claros livros de Comberousse, pelo insubstituível tratado de Rouché e Comberousse! Quanto estaríamos adiantados em matéria de ensino, se os nossos professores soubessem a metade do que está nesse luminosos volumes!*

É importante ressaltar que a Reforma Francisco Campos, visava a formação do aluno, e não tinha como único intuito o de prepará-lo para o curso superior. As palavras abaixo, constantes da Exposição de Motivos, postos por Francisco Campos, quando da Reforma de 1931, esclarece qual era a verdadeira finalidade do curso secundário:

> *O primeiro ato que se impõe na reconstrução do ensino secundário é o de conferir-lhe, de modo distinto e acentuado, um caráter eminentemente educativo.*
>
> *A sua finalidade exclusiva não há de ser a matrícula nos cursos superiores; o seu fim, pelo contrário, deve ser a formação do homem para todos os grandes setores da atividade nacional...*

Portanto, não havia sentido manter um curso de matemática estritamente formalístico visando unicamente o ingresso aos cursos superiores, sendo que o proposto era que o ensino não se resumisse em abuso de definições e regras, reduzindo o aluno, em plena capacidade de criação, a um simples receptor passivo. As palavras a seguir, estão constantes na metodologia de ensino da Reforma :

> *O ensino se fará, assim, pela solicitação constante da atividade do aluno (método heurístico), de quem se procurará fazer um descobridor e não um receptor passivo de conhecimentos. Daí a necessidade de se renunciar completamente à prática de memorização sem raciocínio, ao enunciado abusivo de definições e regras e ao estudo sistemático das demonstrações já feitas.(BICUDO, 1942)*

Almeida Lisboa, prezava a tendência formalística, e Arlindo Vieira, o ensino clássico. Euclides Roxo, por sua vez, estava tentando desvincular o Brasil da tendência puramente francesa, trazendo inovações, tanto da Alemanha como dos Estados Unidos, para o ensino e, por que não, para o vocabulário matemático?:

> *Resolvemos introduzir alguns termos novos à nossa tecnologia matemática, tão pobre e exclusivamente derivada do francês. Assim, a expressão "paralelepípedo retangular", tão longa e cansativa, pode, correntemente, ser substituída por "bloco retangular", do inglês "retangular block", usado em todos os compêndios ingleses e americanos.,*

Termino este trabalho com as seguintes questões para reflexão:

As idéias de Euclides Roxo se fossem como na Alemanha, exploradas a fundo em escolas experimentais, antes de serem impostas por uma lei para todos os estabelecimentos secundários do país, poderiam ser bem aceitas e bem utilizadas em todo o Brasil?

Teria ocorrido, aqui no Brasil, em 1931, algo semelhante ao ocorrido na França em 1902, onde os programas impostos por leis, foram rejeitados e não entendidos?

Bibliografia:

BELHOSTE, B. (org). Les sciences au licée. Paris: Vuibert. 1996

BKOUCHE, R. La place de la geometrie dans l'enseignement des mathématiques en France. In: BELHOSTE, B. (org). Les sciences au licée. Paris: Vuibert. 1996.

BICUDO, J.C. O ensino secundário no Brasil e sua atual legislação (de 1931 a 1941 inclusive). São Paulo, 1942.

Klein, F. Matemática Elemental desde um ponto de vista superior. Geometria. Vol. II . Traducion de R. Fontanilla. Madrid . 1931.

LISBOA, J. A. Os programas de matemática do Colégio Pedro II, in Jornal Do Commercio. Rio de Janeiro. 1930.

PROST, A. Comment faire l'hostoire des réformes de l'enseignement?. In: BELHOSTE, B. (org). Les sciences au licée. Paris: Vuibert. 1996.

SCHUBRING, G. La réforme de l'enseignement des mathématiques en Allemagne das les années 1900-1914 et son rôle dynamique dans le mouvement international de réforme. In: BELHOSTE, B. (org). Les sciences au licée. Paris: Vuibert. 1996.

VIEIRA, Arlindo, O Problema do Ensino Secundário, São Paulo, F. Briguiet & Cia., Editores, 1936.

WERNECK, Arlete P.T., A didática da Matemática na Reforma Francisco Campos: um estudo da gênese das instruções metodológicas da Reforma. Dissertação de Mestrado. PUC-SP (em preparação).

Sistema de Inequações do 1° Grau:

Uma abordagem do processo ensino-aprendizagem focando os registros de representações.

Armando Traldi Júnior
Orientador: Prof.° Dr. Saddo Ag Almouloud
FESP e PUC/SP

1- Introdução

A idéia de desenvolver uma pesquisa sobre o processo ensino e aprendizagem de sistema de inequações do 1° grau nos surgiu após termos tido contato com o projeto da professora Ana Lúcia Manrique, que tinha interesse em observar se os alunos do Ensino Médio poderiam resolver alguns problemas de programação linear.

Sendo professor do Ensino Médio há mais de 10 anos, muitas vezes fui questionado pelos alunos sobre a utilidade de determinados conteúdos, entre eles o de sistema de inequações do 1° grau. Esperando esse tipo de questionamento, sempre busquei, quando possível, partir de um problema do quotidiano ou específico de atividades profissionais para relaciona-lo com o objeto matemático que seria estudado.

Foi nesse sentido que começamos a nossa pesquisa, observando que existe uma classe de problemas que são estudados na disciplina Pesquisa Operacional, os de otimização (ou programação linear), que são resolvidos com conceitos e procedimentos estudados no Ensino Fundamental e Médio.

Assim, traçamos o nosso primeiro objetivo: observar se os alunos da 3ª série do Ensino Médio (chamados por nós de turma A), que já estudaram o conteúdo sistemas de inequações do 1° grau, resolvem alguns problemas de otimização.

Após confirmar a nossa hipótese, que os alunos têm dificuldades em resolver os problemas de otimização, fomos buscar elementos na teoria proposta por Duval para preparar e desenvolver uma seqüência didática com uma outra turma da 3ª série do Ensino Médio (turma B), e observar se atividades que consideram o tratamento, a conversão e a coordenação entre registros proporcionam condições favoráveis para a apreensão do objeto sistema de inequações do 1° grau e se os alunos utilizam esses conhecimentos para resolver problemas de otimização.

Sendo assim, elaboramos mais um objetivo: observar se inserirmos no processo ensino e aprendizagem atividades que focalizem o tratamento, a conversão e a coordenação dos registros de representação do objeto matemático sistema de inequações do 1° grau, o aluno terá condições mais favoráveis para apreensão desse objeto.

2- Problemática

Os problemas têm ocupado um lugar central para a matemática desde a Antigüidade, visto que há registros de problemas na antiga história egípcia, chinesa e grega, mas foi recentemente que educadores matemáticos passaram a aceitar a idéia de que o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas merecia maior atenção.

No fim da década de 70, a resolução de problemas começou a se destacar no mundo inteiro com um movimento a seu favor. Em 1980, foi editado nos Estados Unidos a *"Agenda para Ação"*. Esse documento tem como objetivo buscar uma melhoria no ensino e aprendizagem da Matemática. A sua primeira recomendação é que a resolução de problemas deva ser o foco principal da matemática escolar, sugerindo aos educadores matemáticos dirigir seus esforços para que seus alunos desenvolvam a habilidade em resolvê-los.

Na década de 80, o Brasil também começa a questionar o período da chamada Matemática Moderna (décadas de 60 e 70) e as discussões a respeito de resoluções de problemas começam a ter destaque, e tomando forma em 1998 com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN-EM). Esse documento destaca a importância da resolução de problemas no processo ensino-aprendizagem de Matemática, observando que *"É importante que a Educação se volte para o desenvolvimento das capacidades de comunicação, de resolver problemas, de tomar decisões, de fazer inferências, de criar, de aperfeiçoar conhecimentos e valores, de trabalhar cooperativamente."* (PCN, p.251).

Portanto, os PCN tratam a resolução de problemas como eixo organizador do processo de ensino-aprendizagem. Sendo assim, sempre que possível, podemos iniciar o processo de ensino e aprendizagem de um determinado objeto matemático propondo problemas que tenham como uma das soluções a utilização desse objeto como ferramenta, e não iniciar o processo partindo da definição e exemplos. Assim, os conceitos, as idéias e os métodos matemáticos necessitam ser abordados mediante a exploração de problemas, ou seja, de situações em que os alunos precisem desenvolver algum tipo de estratégia para resolvê-los.

Porém, para Duval (1993) os registros de representação mais complexos são os que têm como ponto de partida o enunciado em língua natural ou texto e, segundo ele, *"os problemas de 'matematização' são aqueles que visam descobrir a aplicação de tratamentos matemáticos já adquiridos a questões imersas em situações quotidianas ..." (Duval, 1993, p.62).*

Duval propõe que as resoluções desses problemas dependem primeiramente da compreensão do enunciado e da conversão das informações pertinentes.

Buscando alguns problemas adequados para estimular os alunos a utilizarem explicitamente ou implicitamente seus conhecimentos e ao mesmo tempo ampliarem suas habilidades e competências para resolver problemas, nos deparamos com uma classe de problemas que são relevantes para os dias de hoje. São os problemas de otimização, ou seja, deseja-se maximizar ou minimizar um determinado valor que pode ser o ganho, a perda, o lucro, a diferença, o custo ou outros.

Por exemplo:

> *Um vendedor de frutas pode transportar 800 caixas de frutas para sua região de vendas. Ele necessita transportar 200 caixas de laranja com R$ 20,00 de lucro por caixa, pelo menos 100 caixas de pêssegos com R$ 10,00 de lucro por caixa e, no máximo, 200 caixas de tangerinas com R$ 30,00 de lucro por caixa. De que forma deverá ele carregar o caminhão para obter o lucro máximo?*

É comum nos dias de hoje encontrarmos problemas que tenham que minimizar custos e maximizar lucros nas diversas atividades profissionais e no nosso cotidiano. Muitos

desses problemas podem ser classificados como problemas de programação linear e são estudados na disciplina de Pesquisa Operacional nos cursos de Administração, Economia e Computação.

Os conceitos e procedimentos que mobilizamos para resolver alguns dos problemas de programação linear, utilizando a estratégia geométrica e algébrica concomitantemente, são: conversão da língua natural para sentenças matemáticas, dessas para as representações no sistema cartesiano, leitura e interpretação de gráficos, cálculos numéricos e função do 1° grau.

Por serem problemas que podem ser resolvidos usando como ferramentas conteúdos que fazem parte do Ensino Fundamental e Médio, nos perguntamos: será que os alunos que estão completando o Ensino Médio resolvem alguns desses problemas de otimização?

Tendo como hipótese de pesquisa que os alunos têm dificuldades em resolver esses problemas de otimização, nos propusemos a elaborar e aplicar um teste diagnóstico para uma turma do final da 3ª série do Ensino Médio (turma A), para validar ou refutar a mesma. Fundamentamos a nossa hipótese em nossa prática docente e também nas considerações que Duval faz de que as representações mais complexas são as que têm como ponto de partida o enunciado em língua natural ou textos e que as atividades de conversão são pouco consideradas no processo ensino-aprendizagem, portanto ocasionam dificuldades para os alunos.

E assim formulamos mais uma questão de pesquisa:

Será que se inserirmos no processo ensino-aprendizagem do objeto matemático sistema de inequações do 1° grau algumas atividades que focalizem o tratamento, a conversão e a coordenação entre os registros de representação algébrico, gráfico e língua natural, proporcionará aos alunos condições favoráveis para apreensão desse objeto?

Tem-se assim mais uma hipótese, a de que o processo ensino e aprendizagem do objeto sistema de inequações que considera as atividades que permitem o tratamento, conversão e coordenação dos registros de representação podem proporcionar condições favoráveis para apreensão desse objeto e permitir que o aluno utilize esse objeto como ferramenta na resolução de alguns problemas.

Nesse sentido, Duval destaca três aspectos: a importância de trabalhar com diversos registros de representações de um mesmo objeto, a essencialidade de distinguir o representado do seu representante e a coordenação de registros como característica do funcionamento cognitivo do sujeito.

3- Objetivo

Nossa pesquisa tem por objetivos observar: (1) Se os alunos do Ensino Médio resolvem alguns problemas de programação linear propostos por nós, utilizando os conceitos e procedimentos estudados em sistema de inequações do 1° grau. (2) Se após inserirmos algumas atividades focando as recomendações de Duval em relação a atividades de tratamento, conversão e coordenação, se outro grupo resolve esses mesmos problemas e têm condições mais favoráveis para apreensão de sistema de inequações do 1° grau.

4- Metodologia e Processos Metodológicos

Com a finalidade de refutar ou confirmar a nossa primeira hipótese, elaboramos um teste diagnóstico formado por problemas de otimização e atividades de tratamento, conversão e coordenação entre os registros de representação do objeto matemático sistema de inequações do 1° grau e aplicamos em uma turma que estava cursando o último ano do Ensino Médio (turma **A**), a qual já havia estudado o conteúdo sistema de inequações do 1° grau.

Elaboramos também uma seqüência didática, levando em consideração as recomendações de Duval em relação ao tratamento, conversão e coordenação dos registros de representação de sistema de inequações do 1° grau e desenvolvemos com uma outra turma (turma **B**) da mesma escola porém, no ano seguinte (2.002), durante o período em que os alunos estudaram sistema de inequações do 1° grau. Após o desenvolvimento da seqüência didática, aplicamos o mesmo teste diagnóstico que a turma **A** fez, na turma **B**, para compararmos os tipos de erros, sucessos e avanços.

Para realizarmos a nossa pesquisa e análises fomos buscar uma metodologia de pesquisa que tem como finalidade a análise de situações didáticas que são objetos de estudo da Didática da Matemática, essa é a "engenharia didática".

As etapas que fizemos em nossa investigação foram:

i. Análise dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Levantamento histórico da disciplina Pesquisa Operacional. Como usamos em nossa seqüência didática alguns problemas de otimização que são estudados em Pesquisa Operacional, fizemos um resumo da história dessa disciplina e a evolução de suas aplicações.

ii. Fundamentação Teórica. Fomos buscar na teoria proposta por Duval (1993) elementos para elaborarmos a nossa seqüência-didática e analisarmos o teste-diagnóstico.

iii. Revisão Literária. Fizemos uma análise do artigo de Duval "Graphiques et équations: L' Articulation de deux registres", com a finalidade de encontrar dados para a contribuição da elaboração da seqüência-didática.

Após essas etapas , elaboramos a nossa seqüência didática fazendo uma análise "a priori" e a desenvolvemos com a turma **B**, encerrando com a análise do pós-teste, que foi o mesmo que o teste-diagnóstico aplicado na turma **A**, mas agora sendo aplicado na turma **B**, e mostramos as nossas conclusões.

5- Teste-diagnóstico e Resultados

O nosso teste-diagnóstico foi aplicado em 33 alunos da 3ª série do Ensino Médio (turma A) de uma escola pública. Esses alunos já haviam estudado o conteúdo sistema de inequações do 1° grau.

1ªQuestão: Represente as situações abaixo escrevendo sentenças matemáticas:

(a) Pensei em um número, multipliquei-o por 6 e subtraí 72 do resultado. Obtive 66.

(b) Somando um número real ao 3, o resultado é maior que o da multiplicação do mesmo número real por 3.

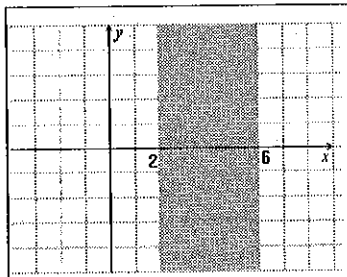
(c) Pensei em um número maior que –7 e menor ou igual a 10.

(d) Gastei R$22,00 na compra de refrigerantes e cervejas, sendo que cada litro de cerveja custa R$1,00 e cada litro de refrigerante custa R$0,80. Sei também que entre cervejas e refrigerantes comprei 25 litros.

2ª Questão: Considerando o plano cartesiano e o conjunto dos números reais, represente graficamente as seguintes situações: **a)** $x + y = 5$ **(b)** $x \geq 1$ **(c)** $y \leq 6$ **(d)** A reglão do plano que tem pontos (x,y) com abscissa positiva.

3ª Questão: Encontre o ponto de intersecção das retas representadas pelo sistema de inequações abaixo e mostre nos gráficos esse ponto. $\begin{cases} 3x - y = 10 \\ 2x + y = 0 \end{cases}$

4ªQuestão: Considerando a região hachurada no plano cartesiano, marque 3 pontos pertencentes a essa região no gráfico e:



(a) Escreva 3 pontos que pertençam a essa região:

(b) Represente algebricamente a reglão hachurada:

5ª Questão Um jovem atleta sente-se atraído pela prática de dois esportes: natação e ciclismo. Sabe-se por experiência, que: a natação exige um gasto em mensalidade do clube e deslocamento até a piscina que pode ser expresso em um custo médio de R$ 3,00 por seção de treinamento de uma hora. O ciclismo mais simples, acaba custando R$ 2,00 a seção de uma hora. O orçamento do rapaz dispõe de R$ 72,00 para seu treinamento.Sabendo-se que, por questões de saúde, o rapaz poderá fazer no máximo 18 horas de ciclismo por mês, qual é a quantidade de natação e ciclismo que o mesmo poderá fazer de modo que tenha o maior número possível de horas de treinamento?

6ª Questão Um comerciante vende dois tipos de artigos, **A** e **B**. Na venda do artigo **A**, obtém um lucro de R$ 20,00 por unidade e, na venda do artigo **B**, um lucro de R$ 30,00. Em seu depósito só cabem 100 unidades e sabe-se que, por compromissos já assumidos, ele venderá pelo menos 15 unidades do artigo tipo A e 25 do artigo tipo B. O distribuidor pode entregar ao comerciante, no máximo, 60 artigos A e 50 artigos B. Quantos artigos de cada tipo deverá o comerciante encomendar ao distribuidor para que, supondo que os venda todos, obtenha o lucro máximo?

7ª Questão: Resolva o sistema de inequações, considerando o conjunto dos números reais como universo:

$$\begin{cases} x - y \geq 2 \\ x + y \leq 1 \end{cases}$$

Resultados da Turma A:

Questão	Acertou	Errou	Branco		Questão	Acertou	Errou	Branco
1 a	24	7	2		2 d	1	20	11
1 b	9	20	4		3	11	12	10
1 c	5	25	3		4	15	0	18
1 d	1	14	18		4 a	29	0	4
2 a	1	12	20		4 b	4	22	11
2 b	4	13	16		5	14	05	15
2 c	4	17	12		6	0	3	20
					7	0	11	22

Algumas de nossas considerações a partir da análise final do teste diagnóstico:

(1) O item (a) teve um número maior de acertos, comparando com os outros itens dessa questão, pelo fato da conversão entre os registros estar muito próximo a codificação;

(2) O grande número de erros do item (c) foi pela falta de habilidade dos alunos em usar os símbolos (<) e (>) em uma mesma situação;

(3) Em relação a questão (2c) podemos apontar a dificuldade do aluno em fazer a conversão da língua natural para sentença matemática e dessa para o gráfico;

(4) Os erros da questão 4(b) foram ocasionados, pelo fato, do aluno considerar a representação de pontos no plano como números reais (considerando somente a abscissa), e não pares ordenados.

(5) Nas questões (6) e (7) nenhum aluno usou a estratégia geométrica e todos os alunos que erraram a questão (11) usaram como estratégia os procedimentos para resolver um sistema de equações.

De um modo geral, pudemos observar que apesar de a turma A estar no final do Ensino Médio e ter estudado, segundo o professor da turma, recentemente o conteúdo de sistema de inequações do 1° grau, apresenta dificuldades, tais como:

- conversão de linguagem corrente para sentença matemática;
- conversão de sentenças matemáticas para a sua representação gráfica;
- leitura e interpretação de gráficos;
- representação gráfica de inequações;
- resolução de sistemas de inequações.

Também observamos que não faz parte das estratégias dos alunos usar o recurso gráfico na tentativa de resolução dos problemas ou mesmo dos sistemas. A grande maioria fica na busca de cálculos algébricos e aritméticos usando os dados do problema e as palavras-chaves. Podemos apontar como possível motivo a prioridade dada pelo sistema de ensino atual a aritmética e a álgebra.

Por meio do teste diagnóstico pudemos perceber que, apesar dos alunos terem algumas noções sobre os conceitos necessários para resolver alguns dos problemas de programação linear, eles não articulam nem disponibilizam esses conhecimentos no momento da abordagem dos problemas.

6- Bibliografia

ALMOULOUD, S.A.. 1997. Fundamentos da didática da matemática e metodologia de pesquisa. Vol. III. São Paulo: CEMA-PUC.

BICUDO, M.ªV. (org.). 1999. Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: UNESP.

DUVAL, R..1998. Graphiques et équations: l'articulation de deux registres. Annales de didactique et de sciences cognitives 5. IREM de Strasbourg.

IGLIORI, S.B.C..1999. A noção de "obstáculo epistemológico" e a educação matemática in Educação matemática: uma introdução. São Paulo: EDUC.

KRULIK, S., REYS, R.E. (orgs.). 1997. A resolução de problemas na matemática escolar. Tradução: Hygino H. Domingues, Olga Corbo. São Paulo: Atual.

POLYA, G..1987. On learning, teaching and learning teaching. Em F.R. Curcio (ed.) Teaching and learning: Council of Teachers of Mathematics.

A Formação em informática dos Professores de matemática da escola pública

Audria Alessandra Bovo
Orientadora: Miriam Godoy Penteado
UNESP/Rio Claro

Introdução

Neste trabalho apresentarei a pesquisa que venho desenvolvendo, em nível de mestrado, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP/Rio Claro, com apoio do CNPq. O objetivo da pesquisa em questão é analisar a atual formação em informática educativa dos professores de matemática da escola pública, que vem sendo realizada por meio dos Núcleos de Tecnologia Educacional (NTEs) do ProInfo – Programa Nacional de Informática na Educação.

Para tanto, apresentarei inicialmente, o problema, a pergunta e a relevância da pesquisa seguido da revisão de literatura parcial da mesma e a metodologia que vem sendo empregada. Finalmente, situarei o estágio em que a pesquisa se encontra e indicarei os caminhos que pretendo percorrer.

O problema e os objetivos da pesquisa

A crescente utilização da informática na sociedade atual tem chamado a atenção também do setor educacional. Foi a partir da década de 80, que alguns projetos de informática foram criados por iniciativas de algumas universidades brasileiras e por órgãos governamentais a fim de introduzir as tecnologias informáticas nas escolas. Dentre esses projetos, podemos destacar o Educom, o Formar, o Proninfe e o Proinfo (Borba & Penteado, 2001; Penteado Silva, 1997; Silva, 1999; Valente & Almeida, 1997).

O ProInfo tem por objetivo é introduzir as novas tecnologias de informação e comunicação nos processos de ensino e de aprendizagem da rede pública de todo o país. Este é o responsável, dentre outras coisas, pela formação contínua dos professores, os quais têm sido considerados elementos fundamentais no processo de inserção dos computadores nas escolas (Penteado Silva, 1997; Penteado, 1999; Valente & Almeida, 1997). Desse modo, torna-se relevante investir na formação desses professores para que haja uma consolidação do uso da informática na escola. Tal importância é reconhecida pelo ProInfo, tanto que a formação é uma das principais ações deste programa, e considerada pelos seus idealizadores, condição de sucesso do mesmo.

Esta formação vem ocorrendo, basicamente, através de cursos de capacitação em informática oferecidos pelos Núcleos de Tecnologia Educacional (NTEs). Estes são estruturas descentralizadas de apoio ao processo de informatização das escolas, auxiliando tanto no processo de planejamento e incorporação das novas tecnologias quanto no suporte técnico e capacitação dos professores e das equipes administrativas das escolas. Atualmente, existem 258 NTEs em todo os país (www.proinfo.mec.gov.br – 19/12/2001)

A capacitação é realizada em dois níveis: *professores multiplicadores* e *professores de escolas*. Os multiplicadores são professores da rede pública, os quais são capacitados por

profissionais oriundos de instituições de ensino superior e técnico profissionalizante. Estes multiplicadores capacitam os professores de escolas, que por sua vez, irão utilizar a informática na sala de aula com seus alunos. Daí o princípio *"professor capacitando professor"* adotado pelo programa nessa formação.

Entretanto, apesar dos esforços realizados para introduzir a informática na educação, os computadores têm sido pouco utilizados pelos professores (Cysneiros, 2001; Penteado, 1999; Valente & Almeida, 1997), os quais se sentem despreparados para usufruir os recursos computacionais na sala de aula.

É nesse contexto que esta pesquisa se insere, com o intuito de conhecer com maiores detalhes como essa formação, mais especificamente a do professor de Matemática, é proposta e implementada pelo ProInfo. Assim, o objetivo do estudo em questão é analisar a atual formação em informática educativa dos professores de matemática da escola pública, que vem sendo realizada por meio dos Núcleos de Tecnologia Educacional (NTEs) do ProInfo.

Desse modo, a pergunta que norteia esta pesquisa é: *"Como é proposta e implementada a formação em informática do professor de matemática da escola pública?"*

Para responder essa pergunta investigarei o paradigma de formação de professores adotado pelo ProInfo; analisarei alguns cursos de capacitação, na área de Matemática, oferecidos aos professores de escolas, por meio dos NTEs (seus objetivos, os que eles abordam, como são organizados, a metodologia empregada, os softwares utilizados, as atividades desenvolvidas com os professores, etc); e observarei o suporte que essas estruturas fornecem às escolas.

Por um lado, sabe-se que tem sido empregada nas escolas uma grande quantidade de dinheiro público (cerca de 113 milhões de reais) para compra de equipamentos tecnológicos e capacitação de professores e técnicos em informática (dados referentes até setembro/1999 – www.proinfo.mec.gov.br – 19/12/2001). Por outro lado, podemos encontrar muitos laboratórios de informática em que os computadores não são utilizados, ou seja, se encontram trancados em salas, cheios de poeira por falta de uso. Há ainda o caso em que estes computadores são utilizados, mas ainda de modo bastante limitado. Isso pode ocorrer devido a uma série de fatores, dentre eles, quando o professor desconhece as potencialidades das tecnologias informáticas nos processos de ensino e aprendizagem e não reflete sobre as mudanças que podem ocorrer na sala de aula, quando a informática está presente. Nesse cenário, o professor passa a utilizar o computador como um "lápis e papel informatizado". Borba (1996), ao analisar as mudanças trazidas pela informática na educação brasileira, afirma que *"os professores podem apenas tratar de velhos tópicos, de forma igual, simplesmente trocando a mídia. Neste caso, o computador é visto somente como um caderno e/ou livro 'mais rápido'"* (p. 124).

Portanto, esses computadores podem não ser utilizados ou ainda serem subtilizados, acarretando em um desperdício de dinheiro público, caso a formação dos professores que vão lidar com tais equipamentos nas escolas seja ineficiente. Assim, esta pesquisa se torna relevante no sentido de apresentar um quadro da formação de professores promovida pelo ProInfo, verificando as condições oferecidas ao professor para que ele possa inserir e incorporar a informática em sua prática pedagógica. Em termos de contribuição, espera-se que este estudo possa iluminar as ações do atual programa governamental de informatização da escola pública, no que se refere à formação de seus professores, além de contribuir para outros cursos de formação em informática educativa.

A seguir, apresentarei a revisão de literatura parcial desta pesquisa a qual consiste em três eixos principais: tendências na formação de professores, professores e tecnologias informáticas (TI) e políticas públicas.

Professores, Tecnologias Informáticas E Políticas Públicas

Na literatura que se refere à formação dos professores, parece ser um consenso entre os educadores considerar a reflexão sobre a prática, a colaboração entre pares e a formação no *locus escolar* como fatores importantes para a formação do professor.

Ponte (2001) indica as principais tendências das pesquisas atuais relacionadas ao professor de Matemática. Aponta a reflexão, a investigação sobre a prática, os processos de colaboração e os contextos onde o professor trabalha como sendo as principais tendências quando o assunto é formação de professores e desenvolvimento profissional.

Considera a reflexão sobre a prática como "o caso dos estudos que tomam como ponto de partida a observação, o questionamento, a discussão e a teorização sobre a prática" (Ponte, 2001, p. 11). Já o processo de investigação (ou de investigação-ação) realizado pelo próprio professor tem como centro de investigação o aluno, a própria prática do professor ou a de outros professores. Pode ainda, ser a prática matemática do professor ou a de seus alunos. Ponte (2002) afirma que existem dois tipos principais de investigação sobre a prática. Uma primeira, que visa alterar algum aspecto da prática, uma vez estabelecida a necessidade de mudança; e uma outra, que consiste em procurar compreender a natureza dos problemas que afetam esta prática com intuito de resolvê-la.

Segundo este mesmo autor, os processos de colaboração podem: (i) ocorrer entre professores e futuros professores; (ii) envolver professores, futuros professores e formadores de professores; (iii) incluir formadores e diretores de escola; (iv) envolver essencialmente formadores ou (v) ter lugar entre instituições. Além disso, explica que existem na literatura três níveis referentes aos contextos onde o professor trabalha e desenvolve sua formação: a) nível macro - são aqueles que dão atenção aos contextos nacionais, sociais e culturais e aqueles que dão atenção ao uso de novas tecnologias no processo de formação; b) nível meso – trabalhos que se focam no contexto comunitário onde se insere o professor e/ou programa de formação e c) nível micro - contextos escolares e institucionais onde se inserem os programas de formação e os professores.

Ao me debruçar sobre a literatura referente a professores e computadores, pude perceber que muitas são as pesquisas em torno da formação do professor no contexto da informática educativa (Almeida, 2000; Cancian, 2000; Penteado, 1999, 2000; Penteado Silva, 1997; Silva, 1999; Valente & Almeida, 1997).

Almeida (2000), ao falar sobre a formação docente para o uso pedagógico do computador, explica que existem diferentes paradigmas na formação dos professores. Para ela, o conceito de paradigma de formação envolve uma concepção de continuidade e de processo e *"não busca um produto completamente pronto, mas um movimento que se concretize através da reflexão na ação e da reflexão sobre a ação"* (p. 107). Assim, entendo que Almeida (2000) chama a atenção para a importância do professor refletir sobre a sua prática. Além disso, considera a formação como um processo contínuo que se desenvolve durante toda a vida profissional do professor.

Essa mesma autora reconhece que muitos programas de formação em informática educativa realizam-se através de cursos ou treinamentos de curta duração, para exploração de determinados softwares. Considera ainda, que o professor, nesses casos, não tem a oportunidade de analisar as dificuldades e as potencialidades de uso da informática na prática pedagógica e, muito menos, de realizar reflexões sobre essa prática.

Nessas situações, não é oferecido ao professor um espaço para que ele possa discutir sobre as implicações do uso das tecnologias informáticas para a prática docente. Umas dessas implicações é o desequilíbrio que as TI provocam no professor: *"a introdução dos computadores na escola altera os padrões nos quais ele* [o professor] *usualmente desenvolve sua prática. São alterações no âmbito das emoções, das relações e condições de trabalho, da dinâmica da aula, da reorganização do currículo, entre outras"* (Penteado, 1999: 298). Alterações estas, relacionadas às mudanças no espaço físico da aula (presença dos computadores, disposição dos alunos etc.), à insegurança do professor ao lidar com as máquinas em ambiente bastante imprevisível e à maneira pela qual ele lida com seus alunos - estes ganham mais autonomia na sala de aula quando a informática está presente.

Dessa maneira, a literatura nos mostra a importância de se realizar discussões sobre tais implicações para a prática do professor em cursos de formação (Penteado, 1999; Borba & Penteado, 2001). Nesse sentido, a formação docente *"(...) deve prover condições para que ele construa conhecimento sobre as técnicas computacionais, entenda por que e como integrar o computador na sua prática pedagógica e ser capaz de superar barreiras de ordem administrativa e pedagógica"* (Valente & Almeida, 1997:59).

Um outro ponto a ser considerado refere-se à falta de uma articulação entre muitos cursos de formação e a realidade escolar do professor. As condições físicas do laboratório, os conteúdos e as atividades desenvolvidas com os professores no curso, geralmente são independentes da situação em que estes encontram em sua prática (Valente & Almeida, 1997). Quando este vai para a sua escola, encontra uma outra realidade daquela presenciada no curso - uma série de dificuldades que se tornam um empecilho ao professor o que acaba dificultando a apropriação de uma "cultura informática" nas escolas. Em relação a essas questões, Penteado Silva (1997) afirma que: *"(...) o uso do computador na escola não se consolidará com o apoio, apenas, de cursos para professores, provenientes de diferentes localidades e sujeitos a diferentes condições de trabalho. É preciso que, em nível de escola, o professor seja motivado a organizar e desenvolver atividades com o computador e, em parceria com pesquisadores, técnicos em informática, pais, alunos e demais educadores possa criar estratégias para a resolução dos problemas locais"* (p. 110). Parece-me que a autora, nesse caso, refere-se ao suporte oferecido ao professor em seu próprio local de trabalho a partir de um ambiente colaborativo.

Mais especificamente no caso do professor de Matemática, é preciso que conheça softwares a serem utilizados no ensino de diferentes conteúdos (funções, geometria, etc.), que seja capaz de organizar atividades relacionadas a estes e, ainda, que tenha autonomia para escolher a metodologia apropriada ao trabalho que vai desenvolver com a tecnologia informática na sala de aula.

Já no âmbito das políticas públicas, Torres (1998) apresenta algumas tendências dominantes observadas nos países em desenvolvimento, no que se refere à formação e capacitação de professores. Tais tendências, explica a autora, estão presentes, dentre outras

coisas, na execução das políticas públicas educativas, as quais são disseminadas, principalmente, por organismos internacionais, em particular o Banco Mundial.

As principais tendências apontadas pela autora são: I) Maior qualificação do professor corresponde a melhor aprendizagem dos alunos; II) Ênfase na formação docente em serviço; III) Promoção das modalidades educativas a distância; IV) Primazia do livro didático; V) Capacitação docente como dimensão isolada (desligada do currículo escolar, muito teórica e inaplicável ao contexto específico); VI) Treinamento mais que formação (atualização de conteúdos sem uma conexão com as necessidades reais dos professores); VII) Ausência dos professores na definição de políticas e programas; VIII) Capacitação docente como apêndice da reforma educativa; IX) Formação do professor aberta a sociedade (universidade, ONGs, centros de investigação, empresas privadas e editoriais, etc.)

Esse "olhar" para as políticas públicas, acredito eu, me ajudará a analisar a formação dos professores de forma mais crítica e menos ingênua. Provavelmente me trará maturidade para perceber certas nuances que existem por trás de uma política pública e que muitas vezes vários de nós desconhecem.

Opções Metodológicas

Com o objetivo de analisar a formação em informática do professor de matemática por meio dos NTEs do ProInfo, optei por uma abordagem qualitativa de pesquisa. Essa escolha foi baseada no fato de estar preocupada em compreender a organização e o funcionamento dos NTEs, estruturas essas que dão base a essa formação, pois: "... a preocupação do pesquisador, nesta abordagem, não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, de uma trajetória, etc." (Goldenberg,1999:14).

Ainda considero esta abordagem como sendo a mais apropriada para a pesquisa que pretendo realizar visto que, o estudo qualitativo é o que se desenvolve numa situação natural, é rico em dados descritivos, tem um plano aberto e flexível e focaliza a realidade de forma complexa e contextualizada (Lüdke & André, 1986).

Por estar preocupada em investigar a formação em informática dos professores da rede pública e devido ao fato dessa formação acontecer por meio do ProInfo, essa pesquisa se contextualiza no âmbito desta política pública educacional. Enfoco meu olhar nos NTEs, por serem os responsáveis pela capacitação dos professores e por prestarem assessoria técnica e pedagógica às escolas. Observarei dois NTEs do estado de São Paulo, os quais não os identificarei e também não explicarei os critérios para a escolha de tais NTEs com o intuito de preservar a identidade das pessoas envolvidas nesta investigação.

Os participantes dessa pesquisa são aquelas pessoas que podem fornecer informações importantes para o desenvolvimento da mesma, tais como os coordenadores dos NTEs, os professores multiplicadores (pois são eles que conduzem os cursos para os professores das escolas), professores de escolas (participantes do(s) curso(s) observado(s)), técnicos e outros participantes que, por ventura, possam fornecer informações relevantes ao estudo.

A fim de conhecer a proposta do ProInfo para a formação dos professores, ou seja, o paradigma de formação adotado por este programa, além de investigar como os NTEs estão

estruturados, utilizarei a análise de documentos. E com a intenção de verificar como a formação do professor no ProInfo vêm sendo implementada, através dos cursos de capacitação, utilizarei a técnica da observação. Realizarei também, questionários e entrevistas semi-estruturadas com os participantes mencionados anteriormente, com o objetivo de adquirir subsídios que possam complementar a investigação.

Para a análise dos dados pretendo, inicialmente, construir um conjunto de pré-categorias, uma espécie de classificação dos dados (Lüdke & André,1986), com base na literatura referente ao tema de pesquisa. Em algumas vezes, essas categorias iniciais são suficientes, porém, em outras, é necessário criar novas categorias que surgem a partir da leitura dos dados. Pretendo também fazer uma "triangulação" dos dados. Esta é uma técnica bastante utilizada pelos pesquisadores para garantir a veracidade dos mesmos (Lüdke &André, 1986) e consiste na "checagem" de um dado obtido, através de diversos informantes, em diferentes momentos e através de variados métodos de coleta de dados.

O Caminhar Da Pesquisa

Neste artigo, procurei apresentar a pesquisa que venho desenvolvendo, a qual consiste em uma análise da formação em informática dos professores de matemática da escola pública que vem sendo realizada por meio dos NTEs do ProInfo.

Até o presente momento, acabei de concluir as disciplinas e estou aperfeiçoando a revisão de literatura desta pesquisa. Já fiz contato com os NTEs a serem observados e estou preparando os questionários e as entrevistas que utilizarei na coleta de dados que terá início em agosto.

Agradecimentos

Agradeço aos membros do GPIMEM Antonio Olimpio, Chico, Fernanda, Miriam, Paula Renata, Rúbia e Telma, pelas sugestões realizadas na versão preliminar deste artigo e ao CNPq, pelo apoio financeiro à pesquisa.

Bibliografia

ALMEIDA, M. E. *Proinfo:* Informática e formação de professores. Secretaria de Educação a Distância. Brasília: Ministério da Educação, Seed, 2000. 192p.

BORBA, M. C. *Informática trará mudanças na educação brasileira?* In: Zetetiké, v. 4, n. 6, p. 123 – 134. Campinas/SP, 1996

BORBA, M. C.& PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática.* Coleção Tendências em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

CANCIAN, A. K. *Uma prática colaborativa entre professores e pesquisadores.* Anais do IV EBRAPEM, UNESP, Rio Claro, 2000.

CYSNEIROS, P. G. *Programa Nacional de Informática na Educação: novas tecnologias, velhas estruturas.* In: Tecnologias educacionais e educação a distância: avaliando políticas e práticas. Rio de Janeiro: Quartet, 2001. p. 120 – 144.

GOLDENBERG, M. *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais.* 3 ed. Rio de Janeiro: Record, 1999. 112p.

LÜDKE, M., ANDRÉ, M. E. D. *A. Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas.* Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo: EPU, 1986.

MEC. *Programa Nacional de Informática na Educação.* Brasília, Ministério da Educação, Secretaria da Educação a Distância, 1997.

http:// www.proinfo.mec.gov.br (doc. Original 04 dez. 2001)

PENTEADO SILVA, M. G. *O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do professor.* Campinas, 1997, 126p. Tese (Doutorado em Educação, Área de Concentração: Metodologia de Ensino) – FE, Universidade Estadual de Campinas.

PENTEADO, M. G. Novos atores, novos cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente. In: Bicudo, M. A. V., Pesquisa em Educação Matemática: concepções e Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999, P. 297 – 313.

_____. Possibilidades para a formação de professores de Matemática. In: Gracias, T. S.[et al], A informática em ação: formação de professores, pesquisa e extensão São Paulo: Olho D'Água, 2000, P. 23 – 34.

PONTE, J. P. A investigação sobre o professor de matemática: problemas e perspectivas do professor. Educação Matemática em Revista. Ano 8, nº.11, 2001.

_____. Investigar a prática.(documento de trabalho), 2002.

SILVA, M. D. F. O computador na formação inicial do professor de Matemática: um estudo a partir das perspectivas de alunos-professores. Rio Claro, 1999. 139p. Dissertação (Mestrado em Ensino e Aprendizagem de Matemática e seus Fundamentos Filosófico-Científicos) – IGCE, Universidade Estadual Paulista.

TORRES, R. M. Tendências da formação docente nos anos 90. In: II Seminário Internacional Novas Políticas Educacionais: críticas e perspectivas. PUC/SP, 1998.

VALENTE, J. A. & ALMEIDA, F. J. Visão analítica da informática na educação no Brasil: a questão da formação do professor. Revista Brasileira de Informática na Educação. n. 1. Florianópolis: Comissão especial de informática na educação da Sociedade Brasileira de Computação, 1997. p. 45 – 60.

Uma Sequência Didática para o Ensino dos Números Decimais

Barbara Lutaif Bianchini
Bernardete Angelina Gatti (orientadora)
PUC-SP

Entre tantos problemas no ensino de matemática sempre nos chamou a atenção a questão dos números decimais: a compreensão do significado destes números e as operações com eles.

Durante nossa atuação como professora na escola pública municipal, percebemos que, muitas vezes, para o aluno, os números decimais surgem como um conteúdo de difícil compreensão, cujas regras são memorizadas, mas os erros de compreensão persistem do início da aprendizagem deste conteúdo até o final de sua escolaridade. A importância do estudo do ensino dos números decimais, para nós, reside no fato de que no cotidiano das pessoas é mais comum encontrar situações que envolvem número racional representado na forma decimal do que na forma fracionária.

Por essa razão, propusemo-nos a desenvolver o presente estudo. Ele se realizou com crianças da 3a série da rede pública e com ele tentaremos verificar como essas dificuldades se caracterizam e que processos o ensino dos números decimais envolvem. A opção pela 3a série do ensino fundamental justificou-se porque é nessa série, em geral, que o contato e o trabalho com os decimais se iniciam.

O objetivo desta pesquisa é investigar se uma determinada proposta didática para a introdução de números decimais a alunos de 3a série do ensino fundamental - que implica uma nova forma relacional professor-aluno e um novo modo de adentrar no tema - facilita a compreensão do conceito de decimais e seu uso por essas crianças.

Pretendemos verificar se, ao introduzir uma seqüência didática, em situação de sala de aula, utilizando a abordagem de medidas para a introdução aos números decimais, os efeitos são relevantes para a aprendizagem desses números: facilitam que os alunos aprendam o significado de número decimal? Que dificuldades encontram? Essas dificuldades já estão descritas na literatura? Foram superadas com a seqüência de ensino? Apareceram outras dificuldades? Para tanto, baseamo-nos em estudos e idéias da didática francesa da matemática, em que a questão dos números decimais mereceu larga atenção. Baseamo-nos, sobretudo, nos estudos de Brousseau (1980; 1981; 1983; 1986; 1988); Douady (1983; 1986; 1987) e Duval (1993; 1995).

Mattos (1993, p.23) afirma que é necessário um certo cuidado na escolha das formas pelas quais se pretende estimular o iniciante na formação de um conceito novo, uma vez que os conceitos adquiridos são utilizados na solução de uma variedade de problemas, dos mais simples aos mais complexos. Concordando com o autor, ao realizar nossa pesquisa, resolvemos criar uma situação pedagógica, em sala de aula, desenvolvendo uma seqüência de ensino que partisse do conhecimento espontâneo do aluno, que fosse apoiada em resolução de atividades que procurassem dar significado ao número decimal e que pudessem levar o aluno a perceber a necessidade dos números decimais para medir segmentos menores que uma unidade pré-determinada.

O aluno tem o primeiro contato com os números decimais na escola, em geral, na 3a série do ensino fundamental, quando tem por volta dos 8 ou 9 anos de idade (em muitas escolas públicas há alunos, nessa série, em faixas etárias mais elevadas). Na 5a série do ensino fundamental seu estudo é realizado de forma mais completa, quando se ensina também operações de radiciação e de potenciação com números decimais. Durante as séries seguintes, esses números aparecem em outras situações, como elementos de problemas, participando de expressões numéricas, nos sistemas de medidas. Alunos do ensino médio apresentam dificuldades em trabalhar com os números decimais quando estes são ferramentas, por exemplo, no ensino da física. Os alunos demandam um tempo grande para compreender esses novos números, utilizá-los de forma correta, operar com eles, compreender o seu significado e integrá-los em seus esquemas cognitivos pessoais como novos números, que têm algumas propriedades distintas dos números naturais, por eles já conhecidos.

Parece óbvio o que vamos dizer, porém nem sempre ocorre. O professor primeiramente deveria ter uma compreensão clara e precisa das propriedades que são válidas no conjunto dos números naturais e não são para os números decimais. E depois, no processo de ensino, em sala de aula, destacar essas diferenças para seus alunos. O que sabemos é que o professor muitas vezes não tem clareza dessas nuances entre os dois tipos de números e então ensina sem dar a devida importância a esse fato. O aluno acaba não percebendo os limites de validade dos seus conhecimentos. Acabará decorando regras que o impedirão de compreender corretamente o conceito de número decimNo ensino brasileiro, o estudo dos números racionais na forma decimal sucede o dos números racionais na forma fracionária.

Para Romanatto (1997), fazermos com que as crianças explorem, com modelos, as idéias de frações decimais poderá ajudá-las a compreender futuramente a representação decimal dos números racionais. O ensino dos decimais deve incluir experiências informais que relacionem frações com decimais, de forma que os alunos comecem a estabelecer conexões entre os dois sistemas. Afirma ainda que a efetiva compreensão dos números racionais passa, necessariamente, pela apreensão dos mais variados contextos em que ele aparece e das mais variadas "personalidades" que esse tipo de número assume. Tais aspectos devem estar presentes na construção do conhecimento sobre número racional que passaria, portanto, pela compreensão de um feixe de relações que enredaria tal noção.

A representação do número racional não só no seu aspecto pictórico (desenhos, figuras, modelos, etc.), assim como nas várias formas de notação (a/b, decimal, porcentagem), possivelmente revelará um outro feixe de relações. Os números racionais também precisam ser compreendidos nas suas representações. A notação a/b, como expressão de várias relações, é a primeira representação para os números fracionários. Entretanto, as frações decimais formam uma extensão natural (no nosso sistema de numeração) para os números fracionários. Então ¾ tem um fração equivalente igual a 75/100 que pode ser expressa também pelo número 0,75.

Ao chamarmos a atenção para a complexidade do processo de ensinar e de aprender os números decimais, isso não deve ser tomado como possíveis obstáculos ao trabalho do professor de matemática com tal conteúdo. O intuito é bem outro, pois essa complexidade deve sensibilizá-lo para a importância do seu trabalho com esse conteúdo. Assim, ao perceber tal complexidade, talvez procure utilizar-se de procedimentos e estratégias, os mais variados possíveis, para que a compreensão prevaleça. Tais procedimentos e estratégias envolvem desde a possibilidade de o professor abordar com os alunos os mais variados contextos que envolvem os decimais, até mesmo de utilizar atividades de manipulação de objetos, resolução

de problemas e estabelecimento de conexões, que são condições imprescindíveis para a real compreensão desse importante componente do currículo da matemática no ensino fundamental.

Numerosos estudos realizados durante os últimos anos (Brousseau, 1980; Carpenter, 1981; Hart, 1980; Brown, 1986; Bell, 1983; Pérez, 1998) confirmam nossa experiência sobre a lentidão na aquisição e no domínio do conceito de número decimal.

A partir das análises das respostas dos alunos que são dadas aos problemas propostos ou a situações que resolvem, é que percebemos os aspectos do conceito de decimal que geram maior dificuldade na aquisição desse conceito. Mas analisar as produções dos alunos é um trabalho delicado para o professor. Exige deste aprofundamento no processo de elaboração desse conceito, na maneira de aprender dos alunos e, principalmente, pressupõe a construção para si mesmo de um esquema que permita tanto detectar as dificuldades que revelam as respostas dos alunos, quanto diagnosticar suas causas e elaborar novas estratégias didáticas que provoquem neles a progressão na compreensão desse conceito, e, ao mesmo tempo, que possibilite ao professor compreender os erros repetidos e persistentes.

É importante que o professor conheça o que de fato sabe o aluno para poder a partir daí provocar avanços no conhecimento. Nesse sentido, o erro tem um papel diferente daquele considerado pelos professores de maneira geral. Eles sinalizam percursos de raciocínio que precisam ser compreendidos e refeitos. Devemos nos perguntar: O que nos ensinam os erros? Devemos sempre evitar os erros? Ou são índices reveladores de algo que nos permite decidir como vamos ensinar? Sem dúvida, pode-se fazer com que o erro tenha um papel importante, se se faz funcionar como motor da ação e da reflexão (Brousseau,1983), em situações apropriadas. Se o aluno fracassou na resolução de um problema, poderá analisar seu fracasso - em termos de erro - poderá voltar a considerar a sua estratégia - voltando à ação para ver por que não se saiu bem - e poderá corrigir seu modo de fazer - ao final de um processo de adaptação à situação em que foi protagonista de sua aprendizagem.

Pèrez (1998) destaca que uma maneira de utilizar os conhecimentos sobre os erros possíveis de forma produtiva seria por uma enumeração de temas característicos do domínio escolar de um conceito, no nosso caso, os números decimais; verificar nas pesquisas existentes o que já foi estudado e quais as possíveis soluções para os aspectos em que os alunos apresentam maior dificuldade na aprendizagem dos números decimais, aplicar em sua classe e verificar se os obstáculos podem ser superados. Uma outra sugestão é que se utilizem materiais que permitam "concretizar" o décimo, o centésimo, etc.

Utilizaremos também algumas idéias de Raymond Duval (1995). Segundo ele, não é possível estudar tudo o que se refere ao conhecimento sem recorrer à noção de representação, isto porque não existe conhecimento que possa ser mobilizado por uma pessoa sem uma atividade de representação. Duval (1995) chama de registro uma maneira típica de representar um objeto matemático, um problema ou uma técnica. Existem vários registros possíveis de representação para um mesmo objeto, por exemplo, no caso dos números decimais: o registro de representação na língua natural: um meio; o registro de representação fracionária: ½; o registro de representação decimal: 0,5 e o registro figural. Portanto, é essencial para a compreensão do conceito de número decimal a mobilização de vários registros de representação: fracionária, decimal, figural, da língua natural, pois cada um deles tem suas características próprias. Sendo assim, pretendemos fazer com que os alunos compreendam que um número decimal pode ser representado por qualquer um desses registros, e que o

conhecimento de um deles não implica, necessariamente, no conhecimento e necessidade de utilização de outros registros.

Em nosso estudo, utilizando as atividades propostas na seqüência de ensino, iremos trabalhar na sala de aula de forma diferente, pois o professor não mais explica a matéria e logo os alunos resolvem exercícios de fixação. Essas modificações, previstas para serem realizadas em sala de aula, estão diretamente relacionadas à noção de contrato didático, usada por Guy Brousseau (1988). Segundo o autor, "contrato didático é o conjunto de regras que determinam, explicitamente, e sobretudo implicitamente, o que cada parceiro da relação didática vai ter que administrar e que será, de uma maneira ou de outra, responsável perante o outro"

Os números decimais são ensinados, em geral, a partir da 3a série do ensino fundamental e por isso decidimos estudar a questão nessa série. Uma das professoras se mostrou interessada e foi com ela que trabalhamos. Para essa pesquisa seria necessário que os alunos não conhecessem, ainda, os números racionais na forma decimal, e este era o caso dos alunos dessa 3a série. A professora concordou em trabalhar na nossa proposta de introduzir o assunto através de uma seqüência de ensino e em discutir sobre a sua aplicação em sala de aula. Isso possibilitaria que os alunos pudessem aprender esse assunto de uma outra forma, e nos propiciaria a realização do presente estudo. A professora se mostrou muito interessada em aplicar algo que fosse novo para sua classe. Optamos por aplicar a seqüência didática em situação de sala de aula com alunos e professora no próprio ambiente e horário escolar. A justificativa para essa escolha é que o desenvolvimento do trabalho da pesquisa se tornaria mais coerente com as situações do trabalho regular na escola. Estudos com pequenos grupos de alunos separados da situação de sala de aula podem gerar conhecimentos específicos sobre certos comportamentos e aprendizagens, mas nem sempre são aplicáveis às situações naturais de sala de aula. Nessas situações, muitas variáveis interferem criando condições muito diferentes de aprendizagem.

Nas primeiras atividades da seqüência didática, a professora demonstrava um interesse muito grande em que as crianças acertassem todas as questões propostas, queria evitar o erro a todo custo. Nas conversas que fomos mantendo, afirmamos que o erro seria muito importante, que seria por meio dele que poderíamos descobrir as reais dificuldades das crianças, e que ela não estaria sendo avaliada pelos erros que os seus alunos pudessem cometer, e que tais erros fazem parte do processo ensino/aprendizagem. Com isso o trabalho em sala de aula passou a desenvolver-se de modo mais tranqüilo.

Nosso trabalho se iniciou com a elaboração de uma seqüência de ensino para a introdução do conceito de número decimal, propondo uma aprendizagem voltada para a introdução do número decimal a partir da noção de medidas. Distinguiremos a seguir as seis fases desse estudo: elaboração da seqüência de ensino inspirada pelos conceitos de Brousseau, Douady, Duval e outros pesquisadores da didática da matemática francesa;contatos com a professora, familiarização com a classe (observação da classe) e preparação da professora, que se deu de forma continuada, no período de desenvolvimento da seqüência didática; houve também adaptações na seqüência de ensino à linguagem dos alunos; verificação, em sala de aula, dos conhecimentos prévios dos alunos sobre "medidas"; desenvolvimento da seqüência didática com a classe e observação do trabalho; coleta da produção das atividades dos alunos; análise da produção dos alunos.

Estaremos aqui nos baseando em algumas idéias de Régine Douady (1986) para uma nova abordagem pedagógica na introdução dos números decimais. A proposta de Douady

parte da medida de segmentos que são menores do que a medida de um cartão que faz o papel de unidade. Essa proposta não é sugerida em nenhum livro didático brasileiro por nós pesquisado. Optamos por introduzir a noção de número decimal por esse caminho, para que o estudo desses números viesse a ter melhor significação para os alunos. Houve também orientação para mudança no "contrato didático" em sala de aula. Nas atividades da seqüência de ensino, o trabalho deveria ser resolvido em duplas, pois acreditávamos que teríamos interação, reflexão e consenso entre os alunos.

Nas atividades 1 a 9, os alunos foram colocados em uma "situação de comunicação" do tipo emissor-receptor. Estas atividades tinham por objetivo fazer o aluno perceber algumas relações entre os números racionais escritos na forma fracionária. Em algumas atividades, os alunos deveriam dividir um inteiro em partes iguais e descobrir o que cada parte representava em relação ao inteiro. O aluno deveria estar representando não só figurativamente, como também na forma fracionária. Em outras atividades pedíamos que o aluno medisse um segmento dado com o cartão e queríamos explorar se o aluno sabia expressar essa medida com algum tipo de medida menor do que a unidade dada. E, assim por diante, até podermos trabalhar com adição e subtração de números racionais escritos sob a forma decimal. Para exemplificar o tipo de exercício que os alunos resolveram nas 9 atividades iniciais, eis a atividade 1

A tarefa escrita e distribuída aos alunos (emissores) foi:

> Pegue a folha de papel sulfite e desenhe um traço de qualquer tamanho com a régua que você recebeu. Seu colega deve reproduzir um traço de mesmo tamanho (mesmo comprimento) sem ver o seu desenho. Escreva para o seu colega dando dicas sobre o tamanho do traço que você desenhou (apenas escreva, não desenhe). Este é o desafio.
>
> Para dar as dicas, você deve utilizar o cartão azul.

A classe foi dividida em dois grupos. As carteiras foram colocadas em duas paredes opostas na sala. No início dessa atividade, explicou-se como seria o trabalho. Em seguida, a sala foi dividida em dois grupos, explicou-se ainda o que significavam as palavras emissor e receptor. Um grupo escreveria uma mensagem (o grupo dos emissores) e outro receberia a mensagem (o grupo dos receptores) e tentaria realizar a tarefa que o emissor mandou. No final da atividade, emissor e receptor se reuniriam para comparar se os traços (segmentos de reta) tinham a mesma medida. A própria professora determinou os pares e entregou a folha de sulfite em branco para cada aluno. Entregou, em seguida, ao grupo emissor a tira de papel contendo a mensagem com a tarefa. O material que todos eles possuíam era o cartão azul de papel cartão, medindo 6 cm, a régua sem graduação, a folha de papel sulfite e o lápis. Cada elemento do grupo emissor recebeu mais uma folha de sulfite para desenhar o segmento de reta. A outra folha de sulfite serviria para escrever a mensagem. O cartão serviu como unidade de medida, mas os alunos desconheciam o valor em centímetros do cartão azul.

Esperávamos que os alunos (emissores) desenhassem um segmento de reta de qualquer tamanho com a régua sem graduação e, depois, que medissem com o cartão e escrevessem a mensagem ao receptor. Nessa atividade acreditávamos que os segmentos de reta desenhados não teriam medidas múltiplas do cartão e que os alunos tentariam utilizar medidas que necessitassem de submúltiplos da unidade adotada (cartão). Talvez, nessa

primeira atividade, os alunos pudessem misturar unidades diferentes e não convencionais, pois sabíamos que eles não tinham conhecimento, dado pela escola, dos números decimais.

Outro objetivo dessa atividade era observar como o emissor escreveria a mensagem, de tal modo que o receptor conseguisse cumprir a tarefa corretamente.

Pensávamos que os alunos escreveriam mensagens utilizando apenas a linguagem natural e que não iriam utilizar símbolos matemáticos. Nessa atividade, pudemos perceber que alguns pontos não estavam claros para os alunos: alguns mediram pela largura do cartão e outros pelo comprimento do cartão;outros tiveram dúvidas sobre como se mede, como por exemplo, quando deixaram espaços entre os cartões para medir. Muitos elementos novos compuseram esta atividade: medir com o cartão e enviar uma mensagem clara e coerente para o colega receptor. Pudemos notar que as primeiras mensagens só relatavam o tamanho do cartão e não chamavam a atenção que seu colega deveria desenhar um segmento de reta com a mesma medida. Das 16 duplas emissor/receptor pudemos constatar que 7 compreenderam a mensagem enviada pelo emissor e conseguiram realizar o que era pedido. Problemas que surgiram: algumas mensagens não estavam claras, como por exemplo: "4 mais um dedo cartão azul". Alguns receptores desenharam com o cartão na posição horizontal ou paralelos, porém separados. Alguns emissores se referiram a medidas diferentes de múltiplos inteiros do cartão: "4 mais um dedo cartão azul", "5 traços e meio", "3 partes do cartão, use mais quatro dedos". Este era um dos objetivos da atividade: que aparecessem mensagens envolvendo números não naturais. Apenas 3/16, o que corresponde a 18,75% do grupo dos emissores, enviaram esse tipo de mensagem. No momento da comparação emissor-receptor, essas questões foram discutidas e, na medida do possível, clareadas.

Em nossa pesquisa, procuramos trabalhar com o número racional escrito na forma decimal com o auxílio da representação figural, da fração decimal, de sua localização na reta numérica, com a linguagem escrita. Enfim, procuramos trabalhar esse conteúdo entrelaçando as idéias das relações que envolvem cada uma de suas representações, procurando passar de uma representação para outra em quase todas as atividades da seqüência, conforme as idéias de Duval.

Na pesquisa muitos aspectos foram colocados em evidência. Procuramos estudar uma classe escolar abstrata, não um aluno abstrato e "universal" de 9 - 11 anos, mas alunos vivos de uma terceira série de ensino fundamental, nas condições que caracterizam o ambiente formal e específico de uma escola pública estadual da cidade de São Paulo. Esse foi o contexto do estudo, o que diferencia de estudos com pequenos grupos de crianças em situação quase que de "laboratório".

Sabemos que as mudanças ocorrem aos poucos. Notamos que as atitudes dos alunos e da professora no início da aplicação da seqüência e no final estavam bem modificadas. O conteúdo estava sendo apresentado de uma outra forma, os alunos se mostravam envolvidos com as atividades apresentadas, a ação pedagógica era diferente. Tentamos modificar os procedimentos de ensino utilizados anteriormente pela professora, e percebemos mudanças em aspectos do contrato didático em vigor. A professora aplicando a seqüência de ensino em sua classe quebrou vários aspectos do antigo contrato didático e mudou sua forma de trabalhar com a classe. Os alunos também mudaram suas atitudes para com os colegas, professora e o conteúdo. Outro tipo de relação se estabeleceu entre alunos-conteúdo-professora evidenciando mais interatividade, mais participação dos alunos, menos receio de trabalhar e responder questões. Pelas análises qualitativas e quantitativas,

concluímos que houve uma evolução conceitual do alunos que participaram das atividades da seqüência, considerando que eles desconheciam o tema n[umeros decimais, ensinados pela escola.

Bibliografia

BELL, A. W., BEEDY, T. Two approaches to the teaching of decimal multiplication. SCFME.: University of Nottingham, 1983.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactiques des mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques, Grenoble, v.7, n.2, p. 33-115, 1986.

BROUSSEAU, G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques,Grenoble, n.4.2, p.165-198, 1983.

BROUSSEAU, G. Problèmes de didactiques des décimaux, . Recherches en didactique des mathématiques , Grenoble, v.2, n.1, p.37-127,1981.

BROUSSEAU, G. Problèmes de l'enseignement des décimaux. Recherches en didactique des mathématiques, Grenoble, v.1, n.1, p.11-59, 1980.

BROUSSEAU, G. Le contrat didactique: le milieu. Recherches en Didactique des Mathématiques, Grenoble, v.9, n.3, p.309–336, 1988.

BROWN, M. et al Childrens learning mathematics. A teacher's guide for recent research, Holt, Rinehart and Winston for the Schools Concil, 1986.

CARPENTER, T.P. Decimals: results and implication from the second NAEP mathematics Assessment. Arithmetic Teacher, april, 1981.

DOUADY, R. Un exemple d'ingénierie didactique où sont à l'oeuvre jeux de cadres et dialectique outil-objet. Séminaires de didactique des mathématiques, IRMAR de Rennes 1, 1986-1987.

DOUADY, R. , PERRIN, M. J. Liaison école: collège mesure des longueurs et des aires. Paris: IREM, 1983. (Brochure n. 48)

DOUADY, R. et PERRIN-GLORIAN, M. J. Nombres decimaux, liaison ecole- college. Paris: IREM, 1986. (Brochure n.62)

DUVAL, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. Strasbourg: IREM, v. 5, p. 37-65, 1993.

DUVAL, R. Sémiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Bern: Peter Lang, 1995. 395p.

HART, K. From whole numbers to fractions and decimals. Recherches en Didactique des Mathématiques, Paris, v.1, n.1, p.61-75, 1980.

MATTOS, H. de. Errare Humanum est: Um estudo sobre a importância do erro na educação matemática.1993. 93f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

PÉREZ, J. C. Números Decimales¿Por qué? ¿ Para qué?. Madrid: Sintesis, 1988. 211p. (Matemáticas: cultura y aprendizaje, 5).

ROMANATTO, M.C. Número Racional: relações necessárias à sua compreensão. 1997. 158f. Tese (Doutorado em Educação) - UNICAMP, Campinas.

O Exército e as Discussões Sobre o Ensino de Matemática no Brasil nas Décadas de 30 E 40 Do Século XX

Bruno Alves Dassie
João Bosco Pitombeira Fernandes de Carvalho
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Introdução

Entre 1930 e 1945, de acordo com Horta (1994), diferentes forças da sociedade civil e do Estado estiveram presentes no âmbito das discussões sobre a Educação brasileira. A saber, a Igreja, os educadores, o próprio Estado e os militares. Tais forças também estiveram presentes nas discussões que envolveram o ensino da Matemática na reforma do curso secundário empreendida pelo Ministro da Educação e Saúde, Gustavo Capanema, em 1942. Nosso objetivo neste trabalho é descrever a atuação do Exército, em particular dos professores do Colégio Militar do Rio de Janeiro, na citada reforma. Cabe aqui lembrar que não serão apresentadas minúcias. Assim, para maiores detalhes basta conferir Dassie (2001).

A década de 30

Para descrever a atuação dos militares na elaboração da Reforma Gustavo Capanema, precisamos apresentar um panorama da década de 30.

No final da década de vinte, impulsionado por movimentos internacionais de renovação do ensino de Matemática iniciados no final do século XIX e, enquadrado no movimento da Escola Nova, Euclides Roxo, então Diretor do Internato do Colégio Pedro II, propôs uma mudança curricular e metodológica nesse colégio. Tais alterações eram baseadas principalmente nas idéias reformistas de Felix Klein, implantadas na Alemanha e veiculadas principalmente pelo IMUK, atual International Comission on Mathematical Instruction (ICMI).

Esta proposta representou uma profunda e radical mudança nos programas de Matemática do Colégio Pedro II. Euclides Roxo propôs a modificação de acordo com as principais características do movimento internacional de reforma – predominância essencial do ponto de vista psicológico; na escolha da matéria a ensinar ter em vista as aplicações da Matemática ao conjunto das outras disciplinas; e subordinação da finalidade do ensino às diretrizes culturais da nossa época – e a conseqüente unificação do curso em uma disciplina única sob a denominação de Matemática. Até então o ensino de Aritmética, Álgebra e Geometria eram ministrados separadamente. Essa reforma foi aceita e, posteriormente, homologada pelo decreto nº 18.564 de 15 de janeiro de 1929. Segundo Rocha (2001), a proposta de Euclides Roxo era implantar gradativamente tais mudanças, ou seja, em 1929 seria alterado apenas o primeiro ano do curso, em 1930 o segundo e assim sucessivamente, até todas as séries do ensino secundário estarem seguindo as novas orientações.

Outra iniciativa de Euclides Roxo foi escrever a coleção Curso de Matemática Elementar. Já no primeiro volume, de acordo com o próprio Euclides Roxo (1929, p. 13), o livro e os novos programas implantados no Colégio Pedro II, representaram a primeira tentativa, no Brasil, de renovar os métodos de ensino da Matemática do curso secundário. Além dessa coleção, ele escreveu, entre novembro de 1930 e março de 1931, uma série de artigos publicados no Jornal do Commercio, onde apresentou e fundamentou sua proposta.

Por ser um texto completamente distinto dos compêndios até então existentes essa coleção despertou resistências. Algumas dessas oposições vieram de professores, como Ramalho Novo, Tenente Coronel Sebastião Fontes e Almeida Lisboa que criticaram publicamente os livros e os novos métodos (cf. Rocha, 2001, p. 47 – 60; 95 – 122).

De acordo com o objetivo proposto, vamos destacar o artigo intitulado O futurismo e a matemática, publicado no Jornal do Commercio em 6 de abril de 1930, assinado pelo Tenente Coronel Sebastião Fontes, professor da Escola Militar.

Na primeira parte deste artigo, como afirma Rocha (2001, p. 50), ele tentou "situar as mudanças na matemática do curso secundário dentro de um âmbito mais geral, inserindo-as em um contexto de inovações em outras áreas como a estrutura social, a cultural, a educação, a política, a religião, etc". Após isto, Sebastião Fontes ataca diretamente as mudanças propostas por Euclides Roxo. Segundo ele,

"Alguns professores, ampliando excessivamente afirmações de matemáticos notáveis da atualidade, chegaram à conclusão que as partes constitutivas da Matemática, Aritmética, Álgebra, Geometria Analítica e até o Cálculo Transcendente devem ser propiciadas aos alunos de mistura, assim à moda de uma salada de frutas (...).

Os adeptos do 'ensino misturado' da matemática indicam como autoridade máxima o 'genial' Klein. Pondo de parte este genial que nos parece um exagero, mas lendo-se com atenção o que ele diz chega-se a uma conclusão contrária ao que pretendem fazer, entre nós, alguns professores, porque Klein diz categoricamente: 'Não quero dizer que estas partes (as da matemática) devam ser completamente fundidas, mas não devem ser tão separadas como sucede hoje freqüentemente nas escolas'.

E isto deve-se entender assim: fundidas no ensino primário e complementar e separadas nos ensino secundário, no qual devem ser seriadas gradativamente de modo a se ajudarem mutuamente. Os compêndios que temos manuseado, obedecendo à nova orientação, estão excelentes para o curso primário, se lhes desenxertarem [sic] alguma coisa de álgebra que possuem. Vários professores das Escolas Públicas têm-nos adotado assim mesmo".

Estes trechos são suficientes para destacarmos o ponto central dos ataques dos militares em relação às mudanças operadas no ensino de matemática: a fusão dos diversos ramos do ensino desta disciplina.

Em 1930, Francisco Campos assume o recém criado Ministério da Educação e Saúde. Em 1931, esse ministro reformula o ensino secundário e, na parte relativa ao ensino de Matemática, acata todas as idéias renovadoras de Euclides Roxo. Imposta de forma autoritária em todo o território nacional, tais mudanças geraram novas reações que partiram de várias forças nacionais: a Igreja, representada pelo Pe. Arlindo Vieira; Almeida Lisboa, professor catedrático do Colégio Pedro II e, mais uma vez, o Exército, representado pelo Colégio Militar do Rio de Janeiro.

A principal reação deste grupo aos programas da citada reforma, está registrada num documento intitulado Os programmas officiaes referentes ao ensino de matemática elementar. Essa crítica, publicada em 1937, foi assinada por alguns professores do Colégio Militar do Rio de Janeiro.

Nesse documento os professores criticam fortemente a nova orientação dada ao ensino da matemática. Entretanto, deixam bem claro que após cinco anos tais mudanças prejudicaram o

ensino dos colégios militares e que seriam reavaliadas para os anos posteriores. Estes apresentam seus argumentos contra a nova orientação dada ao ensino de matemática, tendo por base o positivismo. A análise, apesar de extensa, merece transcrição completa. Vejamos:

"Antes de mais nada, precisamos lembrar os três graus ou etapas em que se divide a instrução bem orientada: a primária, a secundária e a superior (...).

Na segunda etapa do ensino [a secundária], em que se ministra a instrução secundária, a qual só é possível depois de uma certa idade e após a criança haver adquirido os conhecimentos iniciais, é que se lhe pode dar a cultura matemática indispensável ao estudo do cálculo transcendente, da mecânica e das outras ciências. Nessa fase como que é levado a repetir, em diminuta escala, os esforços do espírito humano na instituição do cálculo e da geometria elementar. A ordem e a bela concatenação que resultaram da evolução intelectual nesse estudo da ciência do número, da extensão e do movimento. A sistematização, a sucessão lógica e o aperfeiçoamento com que o espírito humano levantou o edifício da matemática, tão sólido na sua fundação quão deslumbrante e belo nas suas linhas dominantes, são como que sagrados e devem ser seguidos como indispensáveis a uma perfeita educação mental. Desde a mais remota Antigüidade, a sistematização que nos mostra a ciência fundamental foi iniciada mediante esforços de vários matemáticos, entre eles os quais Hippocrate de Chios e Euclides. Ela continuou e se desenvolveu sempre, tudo sido respeitada pelos grandes geômetras que professaram matemáticos como Euler, Clairaunt, Lagrange, Fourier, etc.

As influências mentais do estudo conveniente da matemática são consideráveis, pois, entre outros elementos, dela faz parte a geometria, que na sucessão lógica de uma vasta cadeia de conseqüências, deduzidas de um número reduzido de princípios fundamentais, nos dá o modelo da verdadeira ciência.

A desordem na apresentação dos fatos matemáticos, com a desobediência das relações de dependência entre eles existentes, não pode dar lugar a necessária educação do raciocínio – principal objeto da ciência fundamental – que se nos oferece como o campo mais propício para a cultura das nossas faculdades lógicas. Visto como, no domínio da ciência inicial, os fenômenos nele estudados são os mais simples e gerais, pode o espírito humano na sua apreciação voltar-se mais para o método do que para a doutrina. Daí constituir o estudo da matemática o melhor meio de se iniciar a educação mental do homem e de se lhe dar a indispensável disciplina intelectual, de que há sempre necessidade, sem o que não se pode conseguir uma cultura completa bem orientada. É por isso que a ciência inicial é mais importante sob o ponto de vista lógico do que científico. A sua beleza e importância ficariam diminuídas se o seu estudo tivesse por fim único habilitar-nos á solução dos problemas de que ele se ocupa.

Toda a ciência e a indústria de que hoje se pode orgulhar a humanidade, não teriam tido o desenvolvimento que alcançaram, se a nossa espécie, pelo órgão de seus mais ilustres filhos, não tivesse trilhado o caminho que a nossa constituição cerebral e a ordem de pendência dos fenômenos lhe impuseram. Dele não se devem afastar os programas de ensino, a menos que não queira seguir a estrada suave indicada pelo método positivo, isto é, a que fatiga menos o espírito, é mais fecunda e proporciona melhores resultados.

Não é possível estudar-se convenientemente álgebra sem a necessária preocupação aritmética, uma vez que é só no domínio do cálculo dos valores que se habilita o espírito do aluno para as generalizações que reclama o estudo das funções, objeto daquela

parte da matemática. Quanto na aritmética não instituídos as regras relativas as operações numéricas, inicia-se a abstração dos valores das grandezas, abstração que é completada com a da espécie no campo algébrico. Impossível é o estudo da ciência do espaço sem a preparação conveniente nos dois cálculos: o dos valores e o das relações. Sim, porque a todo instante o estudo da geometria reclama a contribuição da álgebra e da aritmética. Portanto, nos cursos de matemática elementar a progressão seguinte se impõe: aritmética, álgebra e geometria. Essa progressão deve ser respeitada, se se objetiva dar ao espírito do aluno uma base lógica" (p. 3 – 7).

Como vimos, as críticas continuam centradas no mesmo ponto: *o ensino simultâneo e não sucessivo da Aritmética, da Álgebra e da Geometria.*

A década de 40

A Reforma Francisco Campos vigorou até 1942. Em 9 de abril de 1942, Gustavo Capanema, então Ministro de Educação e Saúde, promulgou da Lei Orgânica do Ensino Secundário, pelo decreto n. 4.244. Esta reforma preservava a divisão do ensino secundário em dois ciclos, porém, altera a configuração da estrutura anterior. O primeiro compreenderia um só curso, o curso ginasial, e o segundo compreenderiam dois cursos paralelos, o curso clássico e o curso científico.

No período 1939 – 1942, este ministro recolheu informações para a elaboração da citada reforma. Entre os documentos referentes à organização da lei, alguns tratavam parcial ou particularmente do ensino de Matemática. Por exemplo, o Memorial sobre o ensino de Matemática nos cursos secundários elaborado por Frederico M. Arditi, professor da Escola Técnica Paulista de Santo André.

No entanto, vamos destacar o Ofício do Colégio Militar do Rio de Janeiro enviado ao Inspetor Geral do Ensino do Exército, o General Isauro Reguera, datado em 31 de março de 1942. O documento foi assinado por Oscar de Araújo Fonseca, Coronel Comandante deste colégio.

Segundo ele, a Reforma Francisco Campos foi executada no Colégio Militar durante quatro anos e que seus defeitos provinham do número excessivo de disciplinas em cada série, da má seriação dos programas das disciplinas e da má distribuição do horário semanal das disciplinas.

Em relação ao ensino de Matemática, Oscar de Araújo Fonseca relata que

"Este comando teve oportunidade de remeter a essa Inspetoria algumas observações a propósito do estudo comparativo do atual plano de ensino com outros que vigoraram neste Estabelecimento e provou, então, ser possível a redução do número de disciplinas em cada série sem prejuízo dos conhecimentos exigidos nas diretrizes para organização dos programas, baseando-se unicamente no horário semanal das disciplinas.

Uma observação interessante foi então feita quanto ao estudo da Matemática, ministrados nos planos anteriores em 540 lições e no atual em 350, o que evidenciou o rebaixamento do nível de ensino dessa disciplina, uma vez que os conhecimentos exigidos eram os mesmos" (p. 2).

E mais,

"No início das aulas do ano letivo de 1941 o boletim deste Comando pôs em destaque o fracasso da turma que concluiu o curso no ano de 1940, logrando a porcentagem de 19%, no concurso à Escola Militar, quando nos anos anteriores essa porcentagem atingira valor próximo de 50.

Salientou ser essa a primeira turma que estudava Matemática pelo plano atual sendo os professores os mesmos; o resultado era o esperado devido ao método de ensino e deficiência no número de lições.

Que a causa principal residiu no método, está comprovado pelo resultado do concurso à matrícula na Escola Militar, realizado no corrente ano, em que os candidatos do Colégio conseguiram a percentagem de cerca de 25% de aprovados, por isso que resultou do desdobramento, na 5ª série, da Matemática em suas partes componentes com um professor para cada disciplina, a partir de Julho. Com essa simples modificação, quase triplicou a porcentagem." (p. 2).

Segundo ele, "modificações de minúcia na seriação dos programas" *deveriam ser feitas. Dessa forma Oscar Araújo Fonseca apresenta três propostas de programas para o ensino da Matemática no curso secundário. Todas alterações estão em função de um quadro que foi anexado na carta. No início do ofício ele cita outro anexo com uma* "cópia do parecer dos professores, de Matemática deste Estabelecimento, elaborado em 1938, sobre os programas desta disciplina, mandados a adotar de conformidade com o atual plano de ensino, com a opinião dos mesmos depois de 4 anos de observação de seus resultados" *(p.1) De acordo com o que foi citado acima podemos imaginar o conteúdo deste parecer. Não apresentaremos tais propostas, pois esses anexos não foram encontrados.*

De acordo com a Lei Orgânica do Ensino Secundário, os programas desta reforma seriam elaborados por uma comissão designada pelo Ministério da Educação. Esta comissão foi instituída pela Portaria Ministerial nº 101, de 27 de abril de 1942. Entre os integrantes, estavam presentes Euclides Roxo e o Coronel Pedro Serra, um dos militares que assinaram o documento descrito no item anterior.

Apesar da comissão ser instituída em 27 de abril de 1942 as discussões em torno da elaboração dos programas de matemática tiveram início antes da promulgação da Lei Orgânica do Ensino Secundário.

De fato, no dia 1º de abril de 1942, o Inspetor do Ensino do Exército, Isauro Reguera, enviou um ofício ao Ministro da Guerra, Eurico Gaspar Dutra, relatando uma reunião de professores civis. De acordo com o documento, a reunião tratou da nova lei do ensino secundário, mais especificamente, da elaboração dos programas de matemática. O então subdiretor do ensino do Colégio Militar, o Coronel Pedro Serra, estava presente como "simples observador". *Segundo Isauro Reguera,* "Nas instruções que a ele foram dadas ficou bem patente que deveria escutar atentamente os fundamentos, razões, motivos e argumentos que justificassem o agrupamento em uma só aula das partes da matemática elementar que se ministram no ciclo em apreço; sem discutir pontos de vista" *(p.1). A reunião foi presidida por Gustavo Capanema,* "que de início, justificou a presença do representante ministerial", *e declarou que Eurico Gaspar Dutra, então Ministro da Guerra achava* "indispensável o desdobramento da aula de Matemática em Aritmética, Álgebra e Geometria com o complemento Trigonométrico, consoante os fundamentos científicos, histórico e estatístico" *(cf. Dassie, 2001, p. 88 – 90).*

Euclides Roxo estava presente nessa reunião e pelo que consta do documento seu posicionamento não agradou muito os militares. Com efeito, Isauro Reguera relata que: "infelizmente o professor Roxo fechou a questão, limitando-se a dizer que era matéria vencida; e assim procediam alemãs e americanos que lecionavam partes simultaneamente, sem seriação" (p. 1 – 2).

Em 24 de abril de 1942, Isauro Reguera, em outro ofício, agora endereçado a Gustavo Capanema, reafirma o posicionamento dos militares, em particular do então Ministro da Guerra, Eurico Gaspar Dutra, em relação à seriação do ensino de matemática.

Em 20 de maio de 1942, Euclides Roxo envia uma carta manuscrita a Gustavo Capanema com uma proposta para os programas de matemática do curso ginasial. E, o que era matéria vencida foi alterada. Existe uma diferença marcante entre os programas implantados pela Reforma Francisco Campos e os apresentados ao ministro. Nestes últimos, o aprendizado dos conceitos aritmético, algébrico e geométrico estão destacados, apenas sendo ministradas mais de uma disciplina (Aritmética, Álgebra e Geometria) por série. De acordo com o próprio Euclides Roxo, os programas apresentados a Gustavo Capanema representavam um recuo considerável em relação ao movimento renovador defendido a partir de 1928. E mais,

> *"Elaborei-o, aceitando várias sugestões de V. Exc [Gustavo Capanema] e do Coronel Pedro Serra, representante do Colégio Militar, e animado do mais sincero desejo de, sem abdicar os princípios fundamentais da orientação que venho defendendo, atender, tanto quanto possível, ás várias correntes de opinião que no Brasil, infelizmente, já se vão formando sobre o assunto. Antes de 1930, questões dessa ordem não eram sequer objeto de cogitação entre nós"* (p. 25 – 27).

Esta versão, apresentada por Euclides Roxo, não se impõe por completo e após algumas discussões que envolveram, além do Colégio Militar o Pe. Arlindo Vieira, os programas do curso ginasial foram expedidos em 16 de março de 1943, pela da Portaria ministerial nº 177.

Passemos aos programas do curso científico. A primeira versão, como nos programas do curso ginasial, a primeira versão foi elaborada por Euclides Roxo. Esta versão foi analisada pelo Pe. Arlindo Vieira, por Azevedo Amaral e novamente pelos militares.

A primeira avaliação é feita pelo exército, mais precisamente, pelo Colégio Militar do Rio de Janeiro. O documento, datado de 2 de setembro de 1942, foi assinado pelo Coronel Oscar de Araújo Fonseca, do mesmo colégio. Posteriormente essa avaliação foi enviada a Gustavo Capanema pelo Ministro da Guerra. Cabe aqui, lembrar que, o exército avaliou somente os programas elaborados para o curso científico.

De acordo com o documento, o Colégio Militar já teria proposto ao Ministério da Educação uma seriação de matemática para o curso científico. Os programas elaborados por Euclides Roxo apresentam algumas semelhanças com esta proposta. Provavelmente, ele teve conhecimento da mesma pelo Coronel Pedro Serra.

> *O Colégio Militar ainda sugere que essas modificações sejam introduzidas na seriação dos programas do Ministério da Educação, para tornar possível a conciliação com esse ministério.*

Euclides Roxo toma conhecimento da análise feita pelo Colégio Militar e redige uma carta a Gustavo Capanema apresentando "algumas considerações a respeito das críticas feitas aos programas de Matemática".

Após isso, algumas sugestões foram feitas por Azevedo Amaral e por Euclides Roxo. Gustavo Capanema aceita tais modificações e, em 16 de março de 1943, expede pela da Portaria ministerial nº 177, os programas de matemática para os cursos clássico e científico.

Conclusões

Algumas mudanças substanciais nos programas de Matemática foram sugeridas também pelo Pe. Arlindo Vieira, como por exemplo, a exclusão do estudo de noção de função e variável, defendida por Euclides Roxo desde 1929. Tais alterações foram feitas a partir dos programas apresentados ao ministro Gustavo Capanema. No entanto, estes já apresentavam mudanças significativas em relação ao movimento de renovação do ensino da Matemática. Euclides Roxo se vê obrigado a renunciar, a partir das reivindicações dos militares, de uma das principais diretrizes do movimento, o ensino simultâneo de Aritmética Álgebra e Geometria, considerado pelos militares como o grande erro cometido por Euclides Roxo (cf. Severo, 1942).

Esta hostilidade, de acordo com Vianna ([s/d], p. 11 – 2), justifica-se pelo fato de que

> "*Entre os mais respeitáveis impugnadores, encontra-se os professores positivistas, não só os ortodoxos, ou que se presumem tais, em número insignificante, mas também os simpatizantes com a doutrina, estes mais numerosos do que geralmente se supõe (...).*
>
> *A preferência dos referidos professores pelos programas anteriores, explica-se pelo fato da ordem didática tradicional aproximar-se muito da ordem geral dos programas da escola positivista*".

Esta reforma, que ficou conhecida como Reforma Capanema, permaneceu em vigor até 1961, com a aprovação da Lei de Diretrizes Bases da Educação Nacional. Apenas um reajustamento dos programas foi feito em 1951.

Bibliografia

BRASIL, Decreto –Lei 4.244 de 9 de abril de 1942, Lei orgânica do ensino secundário.

DASSIE, Bruno Alves. A Matemática do Curso Secundário na Reforma Gustavo Capanema. *Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001. Dissertação de Mestrado.*

FONTES, Sebastião. *O futurismo e a mathematica.* Jornal do Commercio. Rio de Janeiro: 6 de abril de 1930.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *Arquivo Gustavo Capanema, Dossiê GC g 1941.09.03.* Rio de Janeiro: CPDOC.

HORTA, José Silvério Baia. *O hino, o sermão e a ordem do dia: a educação no Brasil (1930 – 1945).* Rio de Janeiro: Ed. UFRJ, 1994.

JORNAL DO BRASIL, Officinas Graphicas do. Os programmas officiaes referentes ao ensino de mathematica elementar. Rio de Janeiro: 1937.

ROCHA, José Lourenço da. A matemática do curso secundário na Reforma Francisco Campos. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001. Dissertação de Mestrado.

ROXO, Euclides. Curso de mathematica elementar, v. 1. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1929.

_____. A matematica na educação secundaria. Rio de Janeiro: Companhia Editora Nacional, 1937.

SEVERO, Alfredo. O ensino da matemática. Jornal do Commercio. Rio de Janeiro: 7 de junho de 1942.

VIANNA, Paulo F.R. O ensino da matemática nos cursos secundários: diretrizes e programas. Rio de Janeiro: Francisco Alves, [s/d].

Representação Semiótica da Integral nos Livros Didáticos

Autor: Carlos Antônio da Silva
Orientador: Prof. Benedito Antônio da Silva
Instituição: PUC-SP

Introdução

O presente trabalho é a descrição do projeto da pesquisa que estou desenvolvendo no mestrado do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da PUC-SP, cujo objetivo é investigar os registros de representação semiótica do conceito de integral, apresentados nos livros didáticos. Baseia-se na teoria de Duval, sobre os registros de representação semiótica. No momento da elaboração deste artigo, esta pesquisa encontra-se em fase de refinamento da problemática e elaboração de critérios para a escolha dos livros didáticos a serem analisados.

Justificativa

Devido à minha experiência como aluno de Cálculo Diferencial e Integral, na graduação, e depois uma pequena passagem como professor desta disciplina, tendo percebido algumas dificuldades, por parte dos colegas e depois pelos alunos, no entendimento do conceito de Integral. E após algumas leituras feitas sobre a teoria de Duval, resolvi pesquisar os registros de representação semiótica do conceito de integral nos livros didáticos.

Caraça (1951), questionava a forma como os livros didáticos abordam os conteúdos, "um todo harmonioso, os capítulos se encadeiam em ordem, sem contradições...". Por outro lado o desenvolvimento da Ciência "...é cheio de hesitações, dúvidas, contradições, que só com um longo trabalho de reflexão e apuramento se consegue eliminar". Mesmo assim, o livro didático é um dos meios de comunicação mais utilizado na educação.

Por outro lado, como os objetos matemáticos (conceitos e propriedades) são abstratos, faz-se necessária sua representação para que possam ser manipulados, transformados e até mesmo comunicados. Segundo Damn (1999), baseada na teoria de Duval, "...o que se observa de forma geral é a confusão da representação do objeto matemático com o próprio objeto matemático. E para a compreensão da matemática é de fundamental importância a distinção entre o objeto matemático tratado e sua representação".

Como uma das fontes de pesquisa e estudo dos alunos universitários é os livros didáticos, surge uma questão: Como eles abordam a representação do conceito de integral?

Devido ao pouquíssimo material bibliográfico encontrado a respeito deste assunto, achei importante realizar tal pesquisa.

Problemática

Ao iniciar o levantamento bibliográfico para elaborar questões relativas ao ensino de integral, que abordassem a questão da representação, vi que há pouca produção, neste sentido. Como o livro didático é um dos principais veículos para este conteúdo chegar ao aluno, achei importante a investigação do tratamento dado pelo mesmo.

Segundo Winslow (2002), "Duval aponta três pontos importantes da função cognitiva relatada nos registros semióticos usados em matemática, são eles: a representação, o tratamento e a conversão. Sfard (1999), diz que os objetos matemáticos são criados e evocados através de representações semióticas e é importante não confundir o objeto matemático e sua representação" (p. 411).

Para Damn (1999), "...o que garante a apreensão de um objeto matemático, a conceitualização, não é a determinação de re-presentações ou as várias representações possíveis de um objeto, mas sim a coordenação entre os vários registros de representação" (p. 147).

Mas ainda Winslow (2002), Duval diz que as maiores dificuldades de aprendizagem surgem no contexto da conversão de registros. Isto é, os alunos não conseguem coordenar os vários registros que estão à sua disposição.

Já que a representação se faz importante no ambiente da matemática, e como a integral é parte da matemática, a coordenação de vários registros de representação é fundamental para a aprendizagem. E as maiores dificuldades são relativas as conversões de registros. Surgem algumas questões: Em que os livros didáticos ajudam nesta questão dos registros de representação do conceito de integral? E na conversão destes registros? Os tratamentos são importantes ou não? Como os livros abordam a conversão?

Querendo responder algumas desta perguntas, pretende-se através deste trabalho investigar os registros de representação semiótica do conceito de Integral, nos livros didáticos, para descobrir quais representações são usadas, bem como, os tratamentos e conversões utilizados por estes livros para apresentar o conceito de integral, para verificar quais são pertinentes ao ensino deste conteúdo em um curso de licenciatura.

Procedimentos

Esta pesquisa se baseará na análise de livros didáticos. A princípio serão dois livros a serem analisados, cujo critérios de escolha ainda não foram estabelecidos.

Bibliografia

ANDRÈ, M. E. D. A., Etnografia e o estudo da prática escolar cotidiana. In: ___. Etnografia da prática escolar. Campinas: Papirus, 2000. p.35-49.

DAMN, R. F. Registros de representação. In. Educação Matemática. Uma Introdução; São Paulo; EDUC,1999. p.135-154.

ÁVILA, Geraldo. Evolução dos Conceitos de Função e de Integral. Revista Matemática Universitária, Rio de Janeiro, n.1, p. 14 - 46, 1985.

LATOUR, Bruno. Ciência em Ação: Como conseguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo. UNESP, 2000.

WINSLOW, Carl. Semitic analysis of Dreyfus'Potential in first-Year Calculus. PME.P. 410-417, 2002

História Da Geometria Analítica E Sua Utilização Em Atividades Didáticas

Autora: Carmen Rosane Pinto Franzon
Orientadora: Arlete de Jesus Brito
Instituição de Origem: Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Tema: História e Ensino de Geometria Analítica

Justificativa: A justificativa da pesquisa aqui apresentada tem como fundamento o fato de que, como professora de matemática, no Ensino Médio, tenho percebido algumas falhas que ocorrem no processo ensino-aprendizagem, especificamente em Geometria Analítica.

Em primeiro lugar, é possível constatar que a maneira pela qual se trabalha com a Geometria Analítica leva ao aluno uma quantidade substancial de informações através de seus conteúdos programáticos. Assim, a maior ênfase do processo pedagógico está no acúmulo de conhecimentos e na transmissão de conceitos e idéias desta teoria. Não são analisados aspectos importantes, tais como as motivações que levaram ao seu desenvolvimento.

Outro ponto importante a ser questionado no processo ensino-aprendizagem diz respeito ao método adotado para o ensino da Geometria Analítica. Têm-se privilegiado uma visão da ciência na qual as informações são transmitidas já prontas e sistematizadas. Esta é uma concepção tecnicista do ensino segundo a qual o que importa é a rapidez com que o aluno dá a resposta correta. Então, para que o método seja eficaz, os conteúdos são trabalhados livres de contradições ou de problematizações. Esta forma de trabalhar conduz professor e aluno à falta de diálogo e à falta de crítica, excluindo qualquer possibilidade de construção do conhecimento por parte do aluno.

Finalmente, é possível verificar que convivemos com a concepção de que, no ato educativo, o papel do professor é de sujeito ativo enquanto o papel do aluno é de sujeito passivo. Segundo esta concepção "ensinar é sinônimo de usar a palavra e aprender é sinônimo de ver e ouvir" *(MIGUEL, 1994, p.54).*

A partir dessa reflexão verifica-se que se faz necessária uma mudança tanto na prática pedagógica quanto na concepção de ciência adotada pelo professor. É preciso lembrar que, se anos atrás, todo ensino era baseado em técnicas e memorizações, hoje esse tipo de ensino é questionável.

Uma das alternativas a ser adotada em sala de aula, é a inclusão da história da ciência que se está estudando e desta forma proporcionar ao aluno e ao professor um processo de ensino aprendizagem mais dinâmico, mais crítico no qual o aluno participe mais ativamente.

Problema da Pesquisa:

Quais são as possibilidades do uso pedagógico da história da Matemática no ensino de Geometria Analítica no nível médio

Referencial Teórico: A discussão sobre as potencialidades da história no ensino de matemática já ocorre há algum tempo. No âmbito internacional, já na década de 80, em encontros e congressos de Educação Matemática, essa discussão ganhou espaço. No Brasil, a partir de 1989 vimos surgir este tema em alguns eventos. Essa discussão se deu inicialmente abordando a questão relativa à participação da história da matemática na formação do professor. Hoje essa discussão é mais ampla e podemos considerar a história da matemática como um pilar da Educação Matemática, sendo citada em todo congresso que reúne educadores de tal área.

É o que constatamos, por exemplo, no VI ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática – realizado em São Leopoldo-RS em julho de 1998, no qual um dos temas discutidos versava sobre História e Educação Matemática. Esta questão foi amplamente investigada no debate denominado *"História e Educação Matemática: Tendências para o início do século XXI"*. Neste debate foi levantada a importância de se introduzir o estudo da história da matemática em sala de aula, como instrumento metodológico, mesmo que tal assunto possa fornecer não apenas uma metodologia de ensino, mas deva ser considerado uma área do conhecimento matemático.

Tal direcionamento, além de estar presente nos novos PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais – está sendo vislumbrado com a crescente publicação de artigos científicos abordando o tema e a ocorrência de eventos nacionais e internacionais sobre História da Matemática. Podemos tomar como exemplo o Caderno Cedes 40, intitulado História e Educação Matemática cujos artigos, produzidos por educadores matemáticos, dão ênfase à utilização da história da matemática como recurso a ser empregado em sala de aula.

NOBRE (1996, p. 30)em seu artigo intitulado *"Alguns "porquês" na história da matemática e suas contribuições para a educação matemática"* destaca a necessidade de que, *"ao transmitir um conteúdo, o professor deve estar ciente de que a forma acabada, na qual ele se encontra, passou por inúmeras modificações ao longo de sua história"*.

Comenta que o homem, historicamente, questiona-se sobre o porquê da ocorrência de certos fenômenos naturais. A partir desse questionamento vai em busca da resposta, podendo levar vários anos para chegar até ela. Por vezes, gerações buscam a mesma resposta. Nessa busca, geralmente um longo processo, acontecem várias descobertas, várias teorias são criadas. Mas, a partir do momento em que se chega ao resultado, abandona-se todo o processo. O resultado passa a ser visto como algo "natural", sem que se questione sua origem.

Então, para buscar as contradições da ciência, para que o professor deixe de ser apenas o transmissor de conteúdos prontos, acabados e inquestionáveis, NOBRE (1996, p. 31) propõe que seja dado

> *"um tratamento diferenciado à transmissão dos conhecimentos, ou seja, que se tente acompanhar o conceito a ser trabalhado a partir de seu desenvolvimento histórico. Desta forma, a educação assume um caminho diferente. Em vez de ensinar a praticidade dos conteúdos escolares, investe-se na fundamentação deles. Em vez de ensinar o para quê, ensina-se o porquê das coisas."*

Ensinando desse modo, o professor possibilita ao aluno a oportunidade de tornar-se um questionador, não apenas das coisas da matemática mas também das coisas do mundo e

da sociedade em que vive, contribuindo para a formação de um cidadão em sua plenitude. Assim, o professor reconhece a dimensão política dentro da ação educativa.

Para D'AMBRÓSIO (1996, p. 9), a dimensão política da matemática encontra-se, também, na definição dos currículos escolares. Nessa definição

> *"pode-se orientar o ensino da matemática para preparar indivíduos subordinados, passivos, acríticos, praticando-se uma educação de reprodução, ou pode-se orientar o currículo matemático para a criatividade, para a curiosidade e para a crítica e o questionamento permanentes.".*

D'Ambrósio coloca-se favorável à participação da história da matemática nos currículos dessa disciplina nos Ensinos Fundamental e Médio, se não de forma sistemática, ao menos com o surgimento das oportunidades. Ele observa que grande parte dos conteúdos de nosso currículo só valem como história e assim deverão ser tratados.

Neste sentido, faz uma análise das finalidades principais dessa participação nos currículos escolares. Segundo ele, a história da matemática serve para:

> *" 1. situar a matemática como uma manifestação cultural de todos os povos em todos os tempos, como a linguagem, os costumes, os valores, as crenças e os hábitos, e como tal diversificada nas suas origens e na sua evolução;*
>
> *2. para mostrar que a matemática estudada nas escolas é uma das muitas formas de matemática desenvolvidas pela humanidade;*
>
> *3. para destacar que essa matemática teve sua origem nas culturas da Antigüidade mediterrânea e se desenvolveu ao longo da Idade Média e somente a partir do século XVII se organizou como um corpo de conhecimentos, com estilo próprio;*
>
> *4. e desde então foi incorporada aos sistemas escolares das nações colonizadas e se tornou indispensável em todo o mundo em conseqüência do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico." (1996, p.10).*

Sobre as origens da matemática, D'AMBRÓSIO destaca que uma das maneiras de utilizar história no ensino é, juntamente com cada ponto do currículo, fazer uma explanação do contexto sócio-econômico e cultural no qual aquela teoria ou prática se criou, como e porque se desenvolveu. Segundo este autor, seria interessante também falar sobre as pessoas que estamos estudando e localizar geograficamente os lugares dos quais se está falando pois a produção matemática ao longo dos anos deslocou-se de uma região para outra. Estes aspectos seriam importantes na medida em que consideramos a matemática como uma manifestação cultural sendo

> *"muito mais que apenas manipular notações e operações aritméticas, ou lidar com a álgebra e calcular área e volumes, mas principalmente lidar com relações e comparações quantitativas e com as formas espaciais do mundo real, e fazer classificações e inferências"*

e que devemos

> *"mostrar uma aritmética que não é apenas manipulação de números e operações e uma geometria que não é feita somente de figuras e formas perfeitas, sem cores".*(D'AMBRÓSIO, 1996, p. 10 e11)

Nesta perspectiva a história da matemática pode tornar-se um instrumento útil para dar uma visão dinâmica da matemática, tornando seu aprendizado mais atrativo. Todo conhecimento, em particular a matemática, é resultado do esforço humano de muitas pessoas no passado e é através do estudo da história que vamos obter informações e encontrar as motivações que levaram à criação e ao desenvolvimento de determinada teoria. Outro aspecto histórico a ser considerado é o contexto sócio-econômico e cultural no qual determinada teoria ou prática se criou, como e por que se desenvolveu.

Entendemos que é possível tentar acompanhar o conceito a ser trabalhado a partir de seu desenvolvimento histórico, construindo o conhecimento matemático a partir do resgate da história que envolve a criação e o desenvolvimento desse conceito. Desta forma a história participa como uma ferramenta que ajuda o professor a ensinar pelo significado e compreensão, colaborando também no reconhecimento, por parte do professor, das dificuldades inerente a certos conceitos matemáticos.

No ensino da Geometria Analítica é possível trabalhar no sentido histórico, resgatando a relação dialética existente entre o método de Descartes e a geometria. Descartes aplica seu método à geometria e reciprocamente seu método é inspirado na forma de raciocinar própria da geometria. Nesse sentido, transpondo a tarefa de estabelecer um teorema geométrico para a tarefa de estabelecer um teorema correspondente em álgebra, é possível explorar a idéia de que os problemas em matemática podem ser resolvidos por mais de uma maneira, podendo se chegar a um mesmo objetivo por caminhos diferentes, Também, comparando esses métodos e com informações históricas convenientes, o aluno percebe que a Geometria Analítica surgiu como um questionamento ao método matemático empregado até então e que não surgiu pronta e organizada como a encontramos nos livros didáticos.

É possível também, retomar o significado e a importância de demonstrações em matemática, na formação intelectual do aluno, enquanto pensamento lógico-demonstrativo. Não a demonstração apresentada pronta pelo professor, mas aquela construída pelo próprio aluno. Evidentemente devemos levar em conta que, normalmente, o aluno do Ensino Médio não tem amadurecimento intelectual suficiente para demonstrar um teorema sozinho. Mas, ao invés de fazer a demonstração e explicá-la ao aluno, o professor pode ajudá-lo na sua construção através de passos seqüenciais, de maneira que o aluno chegue à conclusão e até a enunciação do teorema. Assim, o aluno deixa de ser um mero receptor de informações para participar ativamente da construção de seu conhecimento.

Outro ponto importante para trabalhar, no sentido histórico, é mostrar que Descartes mesmo resolvendo problemas pelo método algébrico não deixava de resolvê-lo pelo método geométrico. Nesse sentido é interessante mostrar ao aluno que, apesar da Geometria Analítica ser muito eficiente, facilitando os cálculos pelo uso de fórmulas, é interessante manter a representação gráfica para visualizar o problema e sua solução. Também, é possível criar atividades nas quais o aluno "descubra" as fórmulas através da transformação do problema geométrico em algébrico, usando didaticamente a tendência que o aluno possui de transformar casos particulares em casos gerais.

Metodologia:

No decorrer da pesquisa serão desenvolvidas as seguintes ações:

- estudo sobre os possíveis usos didáticos da história da matemática;
- revisão bibliográfica sobre metodologias do ensino e dos fundamentos da educação;
- revisão bibliográfica sobre a origem e o desenvolvimento da Geometria Analítica a partir de Apolônio, no século III a.C., Pappus, no século IV d.C. até Descartes no século XVII;
- elaboração de atividades didáticas que envolvem a história da Geometria Analítica;
- aplicação da atividades elaboradas aos alunos;
- análise comparativa dos resultados obtidos por alunos orientados incluindo estas atividades e por alunos orientados apenas por atividades tradicionais;
- conclusão a respeito da eficácia destas atividades no processo ensino-aprendizagem.

A aplicação das atividades elaboradas consistirá dos seguintes passos:

- escolha de um grupo experimental, para o qual a Geometria Analítica será trabalhada incluindo as atividades criadas;
- escolha de um grupo de controle, para o qual a Geometria Analítica será trabalhada de forma tradicional, ou seja, não incluindo estas atividades;
- aplicação de uma avaliação comum aos dois grupos;
- análise e comparação dos resultados obtidos pelos dois grupos;

Esta é a metodologia inicialmente adotada, no entanto, poderá sofrer alterações no decorrer do processo, se assim se fizer necessário.

Considerações Finais:

A presente pesquisa teve início no primeiro semestre letivo deste ano. Primeiramente foi feita uma revisão dos pontos constantes na metodologia que seriam abrangidos, alguns pontos foram acrescentados, viabilizando a estruturação do trabalho final, resultante desta pesquisa

O primeiro capítulo trará uma contextualização da matemática nos séculos XVI e XVII. Serão analisados os caminhos que a matemática seguiu nestes séculos, as razões que levaram a eles, a ênfase dada ora à álgebra, ora à geometria e os principais avanços obtidos.

O segundo capítulo será dedicado a um dos principais expoentes em se tratando de matemática e filosofia do século XVII, considerado por muitos autores como o criador da Geometria Analítica e pai da Filosofia moderna, René Descartes. Discutiremos alguns pontos importantes na sua filosofia, o racionalismo como corrente filosófica e seu método. Abordaremos também o desenvolvimento da geometria cartesiana, dando ênfase à sua maneira de resolver o problema de Pappus, ao seu método de traçar tangentes, a utilização do

método analítico para resolução de problemas geométricos e a determinação de lugares geométricos.

No capítulo III discutiremos algumas questões epistemológicas ligadas ao ensino da Geometria Analítica, tais como a importância de demonstrações na formação intelectual do aluno enquanto pensamento lógico-demonstrativo, a utilização e comparação entre os métodos sintético e analítico na resolução de problemas, a influência e importância da álgebra na geometria.

Finalmente, no quarto capítulo serão discutidos diferentes enfoques que podem ser dados ao ensino. A partir disso serão elaboradas, de acordo com o enfoque escolhido, atividades didáticas envolvendo o uso da história da Geometria Analítica. Serão também abordadas questões referentes à metodologia de pesquisa, as quais fornecerão subsídios para aplicação das atividades criadas, análise dos resultados e conclusão da viabilidade ou não de incluir história no ensino de Geometria Analítica.

Bibliografia

BOYER, Carl B. História da Matemática, Ed. Edgard Blücher Ltda, São Paulo - SP, 7ª edição, 1974

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. "História e Educação Matemática" in Caderno Cedes – Centro de Estudos Educação e Sociedade N.º 40 – História e Educação Matemática, 1ª edição, 1996, Ed. Pappirus Editora, Campinas – SP.

FASHEH, Munir - "Matemática, Cultura e Poder" in Zetetiké – CEMPEM – FE/UNICAMP, Campinas - V. 6 – N.º 9 Jan/jun. de 1998.

FIORENTINI, Dario – "Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil" in Zetetiké – CEMPEM FE/UNICAMP, Campinas, Ano 3 – N.º 04 – Novembro 1995.

MIGUEL, Antônio. "Reflexão acerca da Educação Matemática contemporânea" in A Educação Matemática em Revista – SBEM, n.º 2 – 1º Sem. 94

MIGUEL, Antônio e BRITO, Arlete de Jesus. "A História da Matemática na formação do professor de matemática" in Caderno Cedes – Centro de Estudos Educação e Sociedade N.º 40 – História e Educação Matemática, 1ª edição, 1996, Ed. Pappirus Editora, Campinas – SP.

NOBRE, Sérgio. "Alguns "porquês" na História da Matemática e suas contribuições para a Educação Matemática" in Caderno Cedes – Centro de Estudos Educação e Sociedade N.º 40 – História e Educação Matemática, 1ª edição, 1996, Ed. Pappirus Editora, Campinas – SP.

O Livro Didático de Matemática e o Construtivismo.

Doutoranda: Cecília Fukiko Kamei Kimura
Orientadora: Profª Drª Sandra Magina
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Tema:

Análise de números negativos nos livros didáticos de matemática: uma abordagem da epistemologia genética de Jean Piaget.

Justificativa:

A grande maioria da população escolar de nossa região, proveniente de região periférica. O seu primeiro contato com a produção escrita sistematizada ocorre através do livro didático, com o seu ingresso na escola.

O Conselho Federal de Educação, em relação aos livros didáticos, concede a liberdade tanto para a produção quanto para a escolha pelo professor dos livros, porém, os órgãos executivos do Ministério de Educação e Cultura (MEC), "criam fichas e outros mecanismos de avaliação de livros onde deixam vazar suas idélas e critérios do que deve ser o livro, o que deve conter, que formas deve apresentar, etc.".

No ano de 1998, foram avaliados 438 livros didáticos de matemática inscritos junto ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), de 5ª a 8ª séries, pelo MEC e 220 foram rejeitados, por não atenderem aos critérios que representam um padrão mínimo de qualidade para o ensino escolar.

Os procedimentos adotados para a análise e avaliação dos livros (MEC) foram:

Critérios eliminatórios: correção dos conteúdos e informações básicas, correção e pertinência metodológica e formação para a cidadania.

Critérios classificatórios: adequação dos conteúdos, atividades propostas, integração entre temas nos capítulos, valorização da experiência de vida do aluno, aspecto visual e manual do professor.

Os livros analisados foram agrupados em três grandes grupos:

★★★ recomendados com distinção ★★ recomendados ★ recomendados com ressalvas

Com bases nesses critérios e de acordo com o Guia de Livros Didáticos (MEC-1999), foram aprovados 38 livros de Matemática.

Diante do resultado a associação que congrega as principais editoras de livros didáticos do país (ABRELIVROS), criticara a avaliação feita pelo MEC, e segundo seu Vice-presidente, na avaliação efetuada, houve uma supervalorização "por exemplo, do construtivismo, como método oficial a ser adotado nas escolas públicas. E o construtivismo nem é uma metodologia de ensino e sim um princípio filosófico" (Revista Educação, p. 3, agosto, 1998).

Desta forma, o nosso interesse em trabalhar com a análise de livros didáticos: números negativos em livros didáticos: baseia-se: 1) na nossa experiência enquanto professora de Metodologia na área de Matemática e de Prática de Ensino de Metodologia da Matemática; 2) na análise de livros didáticos apresentados pelo Guia de Livros Didáticos – 5ª a 8ª séries – PNLD/99 e 3) na conclusão do mestrado em março de 1.998, onde desenvolvera como dissertação de mestrado a temática referente a epistemologia genética piagetiana.

Em função disto, achamos oportuno desenvolvermos uma análise de livros didáticos: números negativos, uma vez que o critério adotado pela Comissão de Avaliação do MEC, contemplara fortemente o construtivismo, baseado nesta teoria, e também porque Piaget, fora um grande estudioso do conhecimento lógico-matemático, tendo utilizado a matemática para explicar como o conhecimento é elaborado.

O critério adotado para a escolha do livro didático para análise que propomos, recaiu sobre a 6ª série, uma vez que nas séries inicias, o estudo da aritmética está baseado nos números, as quatro operações, tabuada etc.(Lins, 1997), em que o aluno deve apreender não só as operações, mas, principalmente, as possíveis relações que estão embutidas no estudo dos números. Assim, justifica-se a pertinência da nossa escolha, pelo fato de que justamente nesta série, aparece um novo tipo de dificuldade, até então despercebidas pelos educadores das séries iniciais: os números negativos.

Problema:

O que pretendemos investigar é o desenvolvimento dos números e o seu novo significado, ou seja: a contradição representada pelo número de uma subtração a - b onde b > a no conjunto dos números naturais, cuja solução é encontrada pela integração em um sistema mais abrangente (negativos/positivos).

A busca da compreensão desse fato apoiará na abordagem construtivista na perspectiva piagetiana, que teve durante toda sua vida um grande inimigo: o empirismo, combatido por Piaget sistematicamente, e que hoje se faz prevalentes nas escolas (Otte,1997, Becker,1998, e Freitag, 1997).

Referencial teórico:

Para efetuarmos a análise de números negativos nos livros didáticos, é necessário nos apropriarmos em algumas categorias de análise, procurando verificar qual é o modelo matemático proposto, tendo como parâmetro a concepção piagetiana acerca da construção do conhecimento, isto é: abstrações empírica e reflexiva, empirismo, racionalismo e epistemologia genética.

A clara distinção da teoria do conhecimento, que norteia a nossa prática pedagógica, assim como o domínio e a compreensão das correntes filosóficas são elementos fundamentais para o professor avaliar sua concepção de conhecimento, bem como o tipo de conhecimento utilizado no processo ensino-aprendizagem.

A questão do conhecimento é antiga, e durante muito tempo filósofos debateram como atingir o conhecimento, era o conflito entre duas vertentes epistemológicas a empirista e a racionalista, que desenvolveram respostas a esta questão (Kamii,1992,).

Para o empirista Locke (1632-1704), e filósofos ingleses, o conhecimento vem de fora, está nos objetos, e baseia-se, principalmente, na informação sensorial. A mente é uma folha em branco, pois são as experiências e as sensações que gravam as impressões em sua mente (Matui, 1995).

Segundo o racionalista, Descartes (1596-1658) e seus discípulos, a razão pura, pensamentos claros e lógicos são as condições necessárias para atingir o conhecimento da verdade . O conhecimento vem de dentro, está na razão (Matui, 1995). Os racionalistas rejeitaram a informação sensorial como fonte da verdade, uma vez que os nossos sentidos, muitas vezes podem nos enganar em ilusões perceptivas, e por isso a informação sensorial não poderia nos dar o conhecimento. Os argumentos dos racionalistas, com base na razão pura, é sustentado pela certeza e clareza do conhecimento matemático (Kamii, 1992).

Feita a distinção entre empirismo e racionalismo, vamos abordar a epistemologia genética, que estuda a formação do conhecimento e dos meios pelos quais a mente humana se desenvolve. Na epistemologia genética procura-se explicar a ordem de sucessão em que as diferentes capacidades cognitivas se constroem (Kesselring, 1993).

Esta teoria, não visa descobrir como determinadas pessoas chegaram a determinadas idéias, mas como se organiza o conhecimento humano ao longo do seu desenvolvimento (id. ibid.). Refere-se ao estudo do conhecimento, Piaget (1990), insiste sobre a idéia de que o conhecimento não pode ser concebido como algo pré-determiando nem nas estruturas internas do sujeito nem nas características preexistentes do objeto, mas resultam de uma construção efetiva e contínua, isto significa que todo conhecimento contém um aspecto de elaboração nova. A epistemologia genética, diferencia das demais por procurar distinguir a origem dos diferentes tipos de conhecimentos partindo de suas formas mais elementares, acompanhando seu desenvolvimento em seus níveis ulteriores até, o pensamento científico (Piaget,1990). Entretanto, Piaget, rejeita estudar o que é o conhecimento, contrapondo com as perguntas: Como aumentam os conhecimentos? Como se formam nossos conhecimentos? Situando-o não só no nível interdisciplinar, mas igualmente no nível genético (Piaget, 1990)

Assim, a abordagem epistemológica adotada por Piaget situa-se no campo da experiência científica, considerando a existência de multiplicidade de formas de conhecimentos e numerosas questões particulares, e o seu problema foi o de verificar o desenvolvimento do conhecimento - como se aumenta o conhecimento - a passagem de um conhecimento menos bom ou mais pobre para um saber mais rico (em compreensão e extensão) (Piaget,1990), ou seja: a passagem de um nível inferior para um de o nível superior visando a conquista da objetividade.

Ao responder questões referentes à forma como adquirimos o conhecimento e como ele se desenvolve, como já vimos acima, Piaget levou em conta, na atividade do sujeito, tanto o que vem dele, como o que vem do objeto, o que permitiu efetuar a distinção de dois tipos de abstrações: a empírica e a reflexiva.

Em sua obra, Abstração Reflexionante (Piaget,1995), explicita que a abstração empírica é a que se apóia sobre os objetos físicos, ou sobre os aspectos materiais da própria ação, tais como movimentos, empurrões, etc. Observemos desde logo que, mesmo sob suas formas mais elementares, este tipo de abstração não poderia consistir em "puras leituras", porque para abstrair a partir de um objeto qualquer propriedade (peso, cor...), é preciso estabelecer relações, significações, etc., provenientes de esquemas (sensório-motores ou conceptuais) que não são fornecidos por este objeto, mas construídos anteriormente pelo

sujeito. Por mais necessário que sejam estes esquemas, à abstração empírica, não se refere a eles, mas busca atingir o dado que lhe é exterior. Por exemplo, para reconhecer que um objeto tem a cor verde, ele precisa usar de todo repertório interno já construído sobre a cor, fazer a distinção e concluir que a cor realmente é verde. Nesse sentido o repertório interno de diferentes cores é apenas um auxiliar para chegar ao dado externo: saber de que cor é o objeto.

Na abstração empírica, as informações são retiradas dos próprios objetos e são percebidas ou descobertas quando o sujeito age sobre os objetos, a partir de informações perceptivas, e a aquisição do conhecimento ocorre através da abstração iniciando-se pelos objetos, ao passo que na abstração reflexiva, não são provenientes dos objetos, mas da coordenação de ações das atividades do sujeito. A abstração reflexiva não é formada do objeto em questão, mas da ação propriamente dita.

Vejamos o que ocorre quando uma criança descobre que a soma de uma coleção de objetos independe da ordem de enumeração (da direita para a esquerda e da esquerda para a direita). A criança descobre a chamada lei da comutatividade, mas como foi que ela descobriu isto? Seria a comutatividade propriedade da coleção de objetos? Nesse caso a coleção de objetos são passivos, porém havia um aspecto físico neste sentido, mas ocorreu o aumento do seu conhecimento, a soma não estava na coleção de objetos, pois fora ela (a criança) que o unira.

Baseado no que foi apresentado parece que o livro didático, raramente toma conta do processo da abstração reflexiva, já que ela está relacionada com o conhecimento lógico-matemático. Muitos educadores matemáticos acreditam que a aritmética deva ser introduzida a partir dos objetos (como se fosse conhecimento físico) e das pessoas (como se fosse conhecimento social), esquecendo-se do elemento mais importante da aritmética que é o conhecimento lógico-matemático, que consiste nas relações criadas mentalmente por cada indivíduo.

A nossa contribuição com esta pesquisa, visando subsidiar uma possível mudança da concepção de conhecimento, baseado apenas na abstração empírica.

Método

Participantes: O estudo será realizado junto às escolas públicas da Rede Estadual de Ensino da cidade de Rondonópolis-MT. Selecionaremos aleatoriamente 4 (quatro) escolas, onde faremos uma discussão dirigida com 3 (três) professores de matemática, por escola, graduados ou que sejam alunos do curso de graduação em Matemática, de ambos os sexos, perfazendo ao todo 12 professores.

Delineamento da Pesquisa:

Trata-se de um estudo exploratório, dentro de uma abordagem qualitativa de investigação (Ludke & André, 1986 e Trivinos, 1987), tendo o estudo de caso como opção metodológica. No estudo que propomos a realizar, as fontes primordiais são os professores e os livros didáticos de 6ª séries.

Faremos também, uma pesquisa bibliográfica, com autores nacionais e estrangeiros. Analisaremos 2 livros didáticos de 6ª série do ensino Fundamental: um aprovado pelo MEC (1999 e um livro do período 1960 a 1984), particularmente os números negativos (Palaro, 1998 e Guia de Livros Didáticos 5ª a 8ª séries, 1999).

A análise terá, como suporte teórico, a concepção piagetiana relativo a construção do conhecimento (abstração empírica abstração reflexiva). Após análise, faremos sugestões de alguns princípios gerais para analisar livros.

Instrumento

para Coleta de Dados: Roteiro para entrevista e discussão dirigida a ser usada com os grupos de professores, sobre o entendimento que têm sobre a teoria do conhecimento e números negativos. Após a coleta de dados, faremos a classificação e organização das informações, tendo em vista os objetivos do trabalho.

Procedimento:

Esta pesquisa configura-se como um Estudo de Caso, dentro numa abordagem qualitativa, seguida de reflexão crítica das entrevistas e discussões dirigidas junto aos professores. Para isto desenvolveremos as seguintes ações:

1-Ampliar as informações referentes ao quadro teórico ligado aos números negativos, para, elaboração de questões semi-estruturadas

2- Na fase de coleta de dados faremos o contato direto com os participantes. Após a realização da entrevista e discussão dirigida será efetuado o tratamento dos dados.

3- Após a realização do tratamento dos dados, procederemos a análise dos dados coletados, tendo como base os pressupostos teóricos relativos ao construtivismo piagetiano, e ao quadro teórico referentes aos números negativos.

4- Analisados os dados, faremos uma comparação dos resultados obtidos entre os grupos: 1, 2, 3 e 4. Partindo da comparação dos resultados procuraremos levantar alguns princípios para analisar livros didáticos tendo como base o construtivismo piagetiano.

Pesquisa qualitativa:

Para esta atividade, selecionaremos 4 (quatro) Escolas Estaduais do Município de Rondonópolis, onde faremos uma discussão com 3 (três) professores de matemática que estejam atuando com alunos de 6ª séries. As informações serão coletadas através de gravações em fita.

Delimitação do universo e tipo amostragem: Professores da rede pública de ensino que estejam ministrando aulas na 6ª série do Ensino Fundamental. A escolha da amostragem é aleatória, duas (02) escolas centrais e 02 (duas) periféricas.

Bibliografia

BEAUALANZA, H.& AMARAL, I. A & GOUVEIA, M. S. F. *O ensino de ciências no 1º grau.* SP: Atual, 1987.

BARBOSA, Bárbara. *O livro didático em questão.* S. P: Cortez, 1997

GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS. PNLD/MEC., 1999.

KAMII, Constance. *A criança e o número*: implicações educacionais da teroria de Piaget para a educação junto a escolares de 4 a 6 anos. S P: Papirus, 1992.

KIESSLING, Thomas. *Jean Piaget.* R. J: Vozes, 1993.

LINS, R. C. & GIMENEZ, J. *Perspectiva em aritmética e álgebra para o século XXI.* S.P: Papirus, 1997.

LÜDKE, M., André, M.E.D.A .*Pesquisa em educação*: abordagem qualitativa. S.P: EPU, 1986.

MARTI, Jiron. *Construtivismo*: teoria contrustivista sócio-histórica aplicada ao ensino. São Paulo: Moderna, 1995.

OLIVEIRA, J.B.A. et alii. *A política do livro didático.* SP: Summus, 1984.

ORTE, M. *O formal, o social e o subjetivo*: uma introdução à filosofia e à didática da matemática. Tradução de Raul F. Neto et alii. SP: UNESP, 1991.

PALARO, L. Aparecida. *O teorema fundamental do cálculo e a obra de Henri Lebesgue.* Dissertação de Mestrado. Instituto de Educação. UFMT,1998.

PIAGET, J. *Abstração reflexionante*: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. S. P: Artes Médicas, 1995.

_____ Epistemologia genética. Tradução de Álvaro Cabral. SP: Martins Fontes, 1990.REVISTA EDUCAÇÃO - Agosto1998.

Probabilidade e Estatística na Educação Infantil: Um Estudo Sobre a Formação e a Prática do Professor

Celi Aparecida Espasandin Lopes
Anna Regina Lanner de Moura
Faculdade de Educação – UNICAMP

1. Introdução

O ensino da Estatística e da Probabilidade, nas escolas básicas, tem sido alvo de pesquisas, há muitos anos e em muitos países. Em 1991, foi criado o IASE (INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR STATISTICAL EDUCATION) com o objetivo de intensificar as pesquisas em Educação Estatística. Este órgão tem estimulado os pesquisadores a comunicarem e publicam as investigações sobre o tema, justificando a relevância do assunto.

Ao considerarmos o mundo em rápida mudança, um mundo de informações, como o que estamos vivendo, é imprescindível o conhecimento da probabilidade de ocorrência de acontecimentos para agilizar a tomada de decisão e fazer previsões. Da mesma forma que se torna cada vez mais precoce o acesso do cidadão a questões sociais e econômicas nos quais tabelas e gráficos sintetizam levantamentos; índices são comparados e analisados para defender idéias.

Consideramos relevante que o ensino da Probabilidade e da Estatística faça parte do currículo de Matemática no Ensino Fundamental e na Educação Infantil, pois possibilita ao estudante desenvolver a capacidade de coletar, organizar, interpretar e comparar dados para obter e fundamentar conclusões, que são a base do desempenho de uma atitude científica. Tanto alunos como professores devem de fato pensar/refletir criticamente sobre os conceitos estatísticos e probabilísticos e não simplesmente utilizá-los como ferramenta de forma mecânica e alienada.

É papel da escola proporcionar ao estudante, desde a Educação Infantil, a formação de conceitos estatísticos e probabilísticos que o auxiliarão no exercício de sua cidadania. Pois, ao cidadão não basta entender as porcentagens expostas em índices estatísticos, como o crescimento populacional, taxas de inflação, desemprego, entre outras. É preciso que ele saiba analisar/relacionar criticamente os dados apresentados, questionando/ponderando até mesmo sua veracidade. Assim como não é suficiente ao aluno desenvolver a capacidade de organizar e representar uma coleção de dados, faz-se necessário interpretar e comparar esses dados para tirar conclusões.

Estatística e Probabilidade, em sala de aula, poderiam ser temas explorados através da matematização - entendendo que matematizar significa, segundo Skovsmove (1990), em princípio, formular, criticar e desenvolver modos de compreensão. Para que esse processo se efetive é necessário que tanto alunos quanto professores estejam no domínio da situação de aprendizagem.

Ao desenvolvermos o projeto de Mestrado, optamos pelo enfoque curricular e abandonamos as experiências e contatos realizados com o tema na Educação Infantil e Formação do Professor. O referencial teórico nos levou a utilizar o termo Estocástica quando nos referíssemos ao ensino da Estatística e da Probabilidade de forma interrelacionada, pois pesquisadores mundiais dessa área têm recomendado um trabalho inseparável desses dois

temas. Davis & Hersh (1986) consideram que a estocastização do mundo significa adotar um ponto de vista em que a incerteza, a sorte ou a probabilidade, é admitida como um aspecto real, objetivo e fundamental. Sendo assim, ao pensarmos esse projeto de Doutorado consideramos a pertinência de focalizarmos o ensino da Estocástica na Educação Infantil, considerando a formação e a prática pedagógica do professor.

Partindo então, de nossa pesquisa de mestrado e nossas experiências com o ensino de Estatística, levantamos questões que nos direcionaram e nos motivaram a elaborar esse projeto com o intuito de aprofundar nossa visão acerca do ensino da Estocástica e contribuir para que ele possa tornar-se uma realidade nos cursos da Escola Básica Brasileira.

2. A Educação Infantil e o ensino da Estatística e da Probabilidade

A Educação Infantil tem se revelado ao longo dos últimos anos como uma área de preocupação e interesse de educadores e pesquisadores, que procuram concretizar um trabalho educativo. Atualmente, no Brasil, as crianças que freqüentam nossas escolas, nesse nível escolar, têm idades de zero a seis anos.

Moura (1995) considera que a finalidade da educação das crianças menores de seis anos consiste não em acelerar, porém em ampliar o desenvolvimento infantil. Para isso, aponta ser necessário considerar as possibilidades da criança, seus interesses e inclinações, lembrando que ela não apenas se prepara para a vida, mas já a vive.

Nesse cenário, a Matemática tem se justificado pelas necessidades das próprias crianças de construírem e recriarem conhecimentos, desenvolverem a imaginação e a criatividade, bem como, por uma necessidade social de instrumentalizá-las para a vida no mundo. Cada vez mais e mais rapidamente tem-se exigido diferenciadas habilidades e competências matemáticas dos cidadãos.

Fischbein (1975) afirma em sua obra que o ensino da Estocástica deveria ocorrer desde a Educação Infantil e Fundamental, que este trabalho não só é possível como necessário tendo em vista que a ausência do mesmo possibilita as pessoas enraizarem-se em intuições errôneas.

Acreditamos que o desenvolvimento do pensamento estatístico e probabilístico, que deve ser inserido no contexto escolar, possa apresentar significativas contribuições para a formação dessa criança. A realização de experimentos que envolvem a aleatoriedade e estimativas, bem como, a vivência de coletar, representar e a analisar dados que sejam significativos e inseridos no seu contexto podem ampliar seu universo de competências e acentuar seu potencial criativo.

O Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil publicado pelo MEC considera que as crianças têm e podem ter várias experiências com o universo matemático, que lhes permitem fazer descobertas, tecer relações, ir organizando o pensamento, o raciocínio lógico e situando-se no espaço. Ressaltam-se os critérios: identificar as noções que as crianças possuem; selecionar os conteúdos e, viabilizar as ações em sala de aula.

Embora apresente essas considerações, surpreende-nos que tal referencial não ressalte ou acene para um trabalho que desenvolva o raciocínio estocástico. Ao desenvolvermos nossa pesquisa de mestrado, realizamos um levantamento de alguns

currículos internacionais de Matemática, nos quais observamos recomendações e orientações do ensino de Estatística e Probabilidade desde a Educação Infantil.

Consideramos que a resolução de problemas aliada à realização de experimentos pode desencadear nesse nível de ensino, o desenvolvimento do pensamento estocástico, necessário ao aluno por possibilitar-lhe a capacidade de análise crítica e subsídios para a tomada de decisões, face às incertezas da vida cotidiana.

Torna-se necessário pensar uma Matemática Escolar que propicie cada vez mais a investigação, a reflexão e a criatividade, rompendo com o determinismo que predomina nos currículos dessa disciplina, e mais propriamente com o pensamento determinista, inibidor da idéia de movimento e transformação. Esse enfoque se for dado desde a Educação Infantil, pode possibilitar a formação de um aluno que pense mais amplamente a respeito de diferentes questões e estabeleça adequadamente estratégias e técnicas para a resolução de problemas que permeiam sua vida.

Shaughnessy (1992) apresenta críticas quanto à demora das mudanças no ensino da estocástica e cita Garfield (1998) que apresentou quatro aspectos para o impedimento do efetivo ensino de estocástica como o papel da probabilidade e da estatística no currículo; as ligações entre pesquisa e instrução; a preparação de professores de matemática; e a maneira pela qual a aprendizagem atualmente está sendo acessada.

Afirma que a menos que a Estocástica comece a entrar no curso principal de nossas escolas de maneira mais ampla, o número de pessoas que fazem pesquisa nessa área vai continuar a ser pequeno. Destaca que as pesquisa em Educação Estatística tem relatado a importância da inclusão desse tema em nossas escolas, porque as pessoas vão usar e abusar disto nas mais diferentes áreas do conhecimento, independente de as ensinarmos ou não.

4. Formação de Professores e Educação Matemática

Se considerarmos a necessidade de formar estudantes habituados a raciocinar estocasticamente, torna-se preciso repensar o papel do professor no processo de ensino/aprendizagem.

Muitos pesquisadores como, Godino, Batanero e Flores (1998), apontam para as dificuldades existentes na formação de professores em estocástica como um dos principais obstáculos a serem vencidos. Segundo eles, não se pode reduzir-se ao desenvolvimento de estruturas conceituais e ferramentas para a resolução de problemas, mas também orientar os alunos no sentido de construírem formas de raciocínio e um sistema sólido de intuições corretas.

Além dessas questões relacionadas a um conteúdo específico, também a atuação dos professores enquanto educadores matemáticos devem estar voltadas para a consciência da ação política envolvida em sua prática pedagógica. Segundo Kincheloe (1997), ao agirem assim, os professores legitimam certas crenças e deslegitimam outras.

Para que o ensino da Matemática possa contribuir para a efetivação desse fato, talvez deva-se desenvolver uma Matemática significativa, na qual se considere seu papel na vida dos estudantes, desenvolvam atitudes positivas em relação a essa disciplina, proporcionem um espaço pedagógico que valorize o processo ao invés do fato, as idéias ao invés das técnicas, que proponha uma grande diversidade de problemas envolvendo outras

áreas ou mesmo áreas internas à própria Matemática. É importante que alunos defrontem-se com problemas variados do mundo real e que tenham possibilidades de escolherem suas próprias estratégias para solucioná-los.

Acreditamos ser necessário que nós, os professores, os incentivemos a socializarem suas soluções, aprendendo a ouvir críticas, a valorizar seus próprios trabalhos bem como os de outros. Nesse contexto, o trabalho com probabilidade e estatística pode ser de grande contribuição, tendo em vista sua natureza problematizadora, viabilizando o enriquecimento do processo reflexivo.

O trabalho com estocástica em sala de aula deverá promover discussões e reflexões para a solução de uma situação-problema que seja levantada pela classe ou instigada pelo professor. Este deverá promover, a todo o momento, o debate, mantendo aberto o "canal de diálogo" com os alunos. Tais posturas são fundamentais para desenvolver a "atitude democrática por meio da educação matemática". (SKOVSMOVE, 1990: 115)

Paulo Freire (1997) também considera que a produção do conhecimento com criticidade deve ser um trabalho conjunto de professor e aluno; que o pensar certo, superando o pensamento ingênuo, precisa ser construído pelo próprio aprendiz em conjunto com o professor e seus pares.

Desenvolver uma atitude de respeito aos saberes que o estudante traz à escola, adquiridos em seu meio cultural, envolve a discussão de temas como; a poluição dos rios e mares, os baixos níveis de bem-estar das populações, o abandono da saúde pública, as políticas assistenciais, greves, desemprego, entre outras. Essas são questões presentes diariamente em jornais, reportagens de televisão ou manchetes de revistas. É claro que o nível do aprofundamento de cada uma delas deve sempre considerar e respeitar a faixa etária na qual se está desenvolvendo o estudo. Muito provavelmente esses sejam os primeiros momentos do exercício de reflexão para que possamos estar viabilizando a formação de cidadãos críticos, éticos e reflexivos.

5. O problema e a pesquisa proposta

Acreditamos que para desenvolver o ensino da Estocástica, o professor precisará, além de atualizar e construir seus próprios conhecimentos sobre o tema, refletir sobre o quanto ele se opõe ao determinismo, ao mesmo tempo em que poderá visualizar o fato de que vivemos em um mundo que é simultaneamente estocastizado e determinista. Além disso, segundo Godino et al (1998, p.2-3), "um ponto importante no plano de formação de professores sobre um conteúdo matemático específico é a reflexão epistemológica sobre o mesmo, ainda que pode ajudar os professores a compreender seu papel dentro das matemáticas e outras matérias, sua importância na formação dos alunos, assim como a dificuldade dos mesmos no uso dos conceitos para a resolução de problemas".

Essa reflexão epistemológica torna-se essencial no caso da estocástica. Pois esse assunto pode ser difícil de ensinar devido as suas características especiais, tanto de aprofundar questões mais amplas a partir de dados analisados, como de efetuar juízos de valor sobre os modelos apropriados para trabalhar os dados. Mas, principalmente, pelo processo de reflexão sobre idéias controvertidas, como o azar e a causalidade.

O professor defronta-se com um desafio maior no processo de aquisição desse conhecimento, pois cabe a ele possibilitar oportunidades aos alunos explorarem questões e idéias que envolvam pensamento estatístico e probabilístico. Acreditamos que ao criar suas situações didáticas ele também possa construir conhecimento, o que possivelmente influencia a sua prática. Isso nos remete a seguinte questão: *Que alterações um processo de reflexão sobre o ensino de Estatística e Probabilidade pode provocar no desenvolvimento profissional de professores que ensinam Matemática?*

Esta pesquisa tem como proposta, a análise dos conhecimentos dos professores sobre o ensino de Estatística e Probabilidade de professores da Educação Infantil, bem como, de possíveis mudanças ocorridas a partir de um processo de intervenção.

Consideramos as seguintes questões decorrentes da questão central como norteadoras do desenvolvimento dessa pesquisa:

1. Quais são os conhecimentos didáticos acerca da Probabilidade e da Estatística que o professor tem elaborado?

2. Como reflete epistemologicamente sobre as idéias estocásticas fundamentais?

3. Como a reflexão didática e a reflexão sobre esse conteúdo ocorrem a partir de uma intervenção que envolva encontros de discussão, acompanhamento e análise das aulas?

4. Que influências essa intervenção tem sobre sua prática em sala de aula?

Acreditamos que tais questões possam nos auxiliar nos momentos constantes de revisão do projeto, permitindo a permanência do foco em nossa questão central.

Para responder a essa questão, buscamos desenvolver uma pesquisa qualitativa pois entendemos que a obtenção dos dados descritos - obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada - enfatize mais o processo do que o produto e se preocupe em retratar a perspectiva dos participantes (LÜDKE&ANDRÉ).

Nossa opção por aproximarmo-nos da perspectiva dos participantes da pesquisa exige que combinemos vários métodos de coleta dos dados empíricos. Usaremos entrevistas com os professores participantes para obter suas considerações sobre o ensino de Estocástica, pois, dada à natureza da análise desta pesquisa, torna-se essencial à impressão verbal do educador em relação ao tema. Faremos o registro em vídeo dos encontros realizados com os professores, e solicitaremos à estes, a redação de relatórios sobre sua prática. A esse respeito LÜDKE&ANDRÉ (1986) consideram que:

> *"Enquanto outros instrumentos têm seu destino selado no momento em que saem das mãos do pesquisador que os elaborou, a entrevista ganha vida ao se iniciar o diálogo entre o entrevistador e o entrevistado." (LÜDKE&ANDRÉ,1986:34)*

No início do ano passado, constituiu-se um grupo de estudos e pesquisas sobre a Estatística e a Probabilidade na Educação Infantil (GEPEPEI) formado pela pesquisadora, por cinco professoras e duas coordenadoras do curso de Educação Infantil de uma escola particular de Campinas. Este grupo se reúne quinzenalmente para estudar referencial teórico sobre o tema, planejar e discutir atividades de ensino para as aulas e analisar o desenvolvimento dos alunos frente a essas atividades propostas.

Coletamos dados (observações, entrevistas, registros) e estamos analisando segundo categorias construídas a partir das reflexões sobre o material empírico, considerando o papel fundamental que a teoria exerce nesse processo de construção.

6. Considerações Finais

Estamos analisando os dados coletados em duas fases distintas. Numa primeira fase, os referentes às entrevistas e ao encontro inicial, em princípio separadamente e posteriormente cruzando as análises com o intuito de definir regularidades a cerca das elaborações dos professores.

A segunda fase da análise considera os dados referentes ao relatório escrito e em vídeo dos encontros e das reflexões sobre a aplicação em sala de aula das atividades elaboradas pelos professores. Considera ainda, a elaboração de atividades e o relatório da prática do professor.

Este trabalho está no momento de redação do relatório final e acreditamos que apresente contribuições significativas para a investigação sobre a prática pedagógica e formação de professores que ensinam Matemática. Traz considerações sobre o processo de desenvolvimento profissional de um grupo de professoras ao ensinarem e aprenderem as noções básicas de estatística e probabilidade na Educação Infantil. Também deve contribuir muito para com as pesquisas de Educação Estatística que emergem timidamente em nosso país, na Escola Básica.

7. Bibliografia

BESSON, J. L. A ilusão das estatísticas. São Paulo: Editora UNESP, 1995.

CARDEÑOSO, J. M. & AZCÁRATE, P. Tratamiento del conocimiento probabilístico en los projectos y materiales curriculares. Revista sobre la enseñanza y aprendizaje de las matematicas. nov./1995.

CURCIO, F. R. Developing Graph Compreension. USA: NCTM, 1989.

D'AMBROSIO, B. S. Formação de professores de Matemática para o século XXI: o grande desafio. Proposições. vol. 4, nº 1 [10], 1993.

D'AMBROSIO, U. Educação Matemática:da teoria à prática.Campinas: Papirus, 1996.

DAVID, F. N. Games, Gold and Gambling. London: Charles Griffin, 1962.

DAVIS, P. J. O Sonho de Descartes. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1986.

FISCHBEIN, E. The intuive sources of probabilistics thinking in children. Dordrecht: D. Reidel,1975.

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia – saberes necessários à prática educativa. R.J.: Paz e Terra, 1997.

GERALDI, C.M. G. et at. Cartografias do Trabalho Docente. Campinas: Mercado de Letras,1998.

GODINO, J. D., BATANERO, C., CAÑIZARES, M. J. Azar y Probabilidad. Madrid: Síntese, 1996.

GODINO, J.D.,BATANERO,C.,FLORES,P.El análisis didáctico del conteúdo matemático como recurso en la formación de professores de matemáticas. Universidad de Granada,1998.

HACKING, I. The Emergence of Probability. USA:Cambridge, 1975.

HAYLOCK, D. Mathematics Explained for Primary Teachers. London: P.C.P, 1995.

HOPKINS, C., GIFFORD, S., PEPPERELL, S. Mathematics in the Primary School. London: David Fulton, 1996.

HUFF,D.Como mentir com estatística.Trad:Ediouro S/A.SãoPaulo: Ediouro, 1992.

KINCHELOE, J. L. A formação do professor como compromisso político. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

LOPES, C. A. E. A Probabilidade e a Estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular. Dissertação de Mestrado. Campinas: FE/UNICAMP,1998.

LÜDKE,M.ANDRÉ,M.Pesquisas em educação: abordagens qualitativas.São Paulo: EPU,1986.

MORRIS,R.Studies in Mathematics Education: The teaching of statistics.Paris: UNESCO. 1989.

MOURA, A. R. L. A Medida e a Criança Pré-Escolar. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação. UNICAMP-SP. 1995.

PERRENOUD, P. Práticas Pedagógicas, Profissão Docente e Formação: perspectivas sociológicas. Lisboa: Dom Quixote, 1997.

PONTE, J.P.et al.Desenvolvimento Profissional dos Professores de Matemática: que formação?Lisboa: Escola Superior de Educação de Lisboa,1996.

PORTER,T.The Rise of Statistical Thinking 1820–1900.New ersey:Princeton, 1986.

PRIGOGINE,I. O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza.São Paulo: UNESP, 1996.

Referencial Curricular Nacional para a Educação Infantil: Ampliação do Universo Cultural.Brasília:MEC–Secretaria do Ensino Fundamental. Versão Preliminar. Janeiro/1998.

SANCHO, J. M. Los Professores y el Curriculum. Barcelona: Horsori, 1990.

SHAUGHNESSY, J. M. Research in probability and statistics: reflections and directions. In: GROUWS, D. A. (ed.). Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. USA: NCTM, 1992.

TEACHING CHILDREN MATHEMATICS.Data Exploration.EUA:NCTM,vol.2,nº.6, February, 1996.

VARGA, T., DUMONT, M. Combinatoire, Statistiques et Probabilités de 6 à 14 ans. Paris: O.C.D.L., 1973.

Investigação das Situações Didáticas para a Construção do Sistema de Numeração Decimal Posicional no Ambiente da Sala de Aula do 1 e 2 Ciclos do Ensino Fundamental

Autora: Célia Finck Brandt
Prof. Dr. Méricles Tadeu Moretti
Universidade Federal de Santa Catarina

Justificativa

Esse projeto se justifica por tentar avançar com reflexões de natureza teórica, propondo uma investigação das seqüências de atividades com diferentes formas de representação mais apropriadas para a superação das dificuldades dos alunos a serem propostas para as séries iniciais do ensino fundamental.Justifica-se, também, por envolver diretamente o professor de sala de aula em pesquisa, não entendida aqui como pesquisa acadêmica, mas entendida como possibilitadora de explicitação das representações próprias e dos outros.

Grande parte dos professores, que hoje está em atividade, recebeu uma formação muito precária em matemática. Os cursos de formação inicial de formação de professores – tanto os de magistério quanto os de Licenciatura – continuam não dando conta de discutir com os futuros professores uma proposta mais eficiente para o processo de ensino e aprendizagem da matemática. Por sua vez, nas várias modalidades de formação continuada postas em ação nos último anos, não se têm atingido o objetivo de mudar a prática da sala de aula.

Por esta razão, propõe-se na presente investigação analisar a eficácia da formação do professor pela via da pesquisa e com ele, após identificar as compreensões das crianças e deles próprios, das invariáveis presentes no Sistema de Numeração Decimal, SND (unidades de tamanhos diferentes e composição aditiva), investigar as possibilidades de organização de seqüências didáticas que lhes permitam avançar nas compreensões. O presente projeto pretende buscar alternativas e repostas para os desafios colocados no processo de ensino e aprendizagem da matemática, em especial nas séries iniciais do ensino fundamental.

Definição do Problema

As questões apontadas nos levam a indagar quais as formas de organizar e propor, no processo de ensino, seqüências didáticas que permitam aos alunos compreender o Valor Posicional presente no SND e manipular compreensivamente o SND para representar quantidades e resolver problemas.

Referencial Teórico

Três questões apresentam-se como relevantes de aprofundamento e reflexão, compreendidas na proposta do presente projeto: a questão relativa às invariáveis presentes no Sistema de Numeração e seu processo de construção por sujeitos (plano psicológico e epistemológico); a questão relativa ao processo de formação e de formação continuada tendo como enfoque o professor pesquisador de representações próprias e dos outros (plano didático-metodológico); a questão relativa a aspectos externalistas da Matemática que

compreendem os fins e valores da Educação Matemática necessária ao homem de hoje e de amanhã, cujos conteúdos migram de seu ambiente acadêmico originário para a instituição social de transmissão e construção de conhecimentos que é a escola (denominado transposição didática), no âmbito da qual uma série de contratos didáticos implícitos e explícitos contribuem fortemente para o produto final em termos de aprendizagem (e dificuldades) no plano da sala de aula (dimensão teleo-axiológica).

Um Sistema de Numeração não é universal e nem único. O que o caracteriza é ser resultado de produção humana. Sendo inventado, precisamos entender a natureza arbitrária de sua estrutura e dos nomes dos números. A composição aditiva e o valor relativo das unidades presentes em tal sistema têm que ser investigados na sua relação com a compreensão. Os nomes dos números e a escrita também têm de ser objeto de investigação visto o desempenho de crianças e adultos não escolarizados, que manipulam compreensivamente tal sistema em contextos específicos, principalmente em contextos de dinheiro.

Porém, importante será também entender as formas pelas quais tais experiências deverão ser propostas, investigando seus efeitos no desenvolvimento das noções essenciais.Tais propostas não poderão ser investigadas senão no contexto da sala de aula, que envolve os elementos essenciais presentes no processo de ensino e aprendizagem: os alunos, o saber e os professores.

Os alunos estarão frente a conhecimentos que podem aparecer em situações originais mas estarão sempre associados a práticas sociais que lhes servem de referência. Como conseqüência, o saber nunca é o mesmo para seus criadores, para seus usuários, para os alunos. Muda! É neste contexto que aparece a necessidade de estudo, pesquisa e ação, com controle das alterações necessárias, modernamente denominado transposição didática. O conteúdo passa por um importante processo de alteração ao migrar de seu ambiente acadêmico para uma instituição social de transmissão e construção de conhecimentos. Este processo de transposição didática, também está associado aos contratos didáticos que se estabelecem no âmbito da escola (implícitos ou explícitos) e contribuem fortemente para o processo de aprendizagem no âmbito da sala de aula.

Os professores exercem um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem da matemática nas escolas, e este deve compreender as formas pelas quais as crianças constroem as noções essenciais presentes no Sistema de Numeração. Porém, suas próprias compreensões e representações podem ou não interferir nas formas pelas quais as propostas didáticas são elaboradas.

O professor deve propor, portanto, uma ação no ambiente da sala de aula que compreende atividades a serem desenvolvidas pelas crianças, e ao mesmo tempo, interpretar e analisar os desempenhos destas e suas compreensões frente ao objeto matemático em questão. Esta ação a ser desenvolvida pelo professor considerará que o mesmo assuma uma postura de professor pesquisador e, não apenas, de transmissor de conhecimentos, devendo sempre apreciar criticamente sua prática em sala de aula. Um professor pesquisador de sua prática, construtor de conhecimento sobre seu ensinar poderá superar o divórcio entre um conhecer teórico e um conhecer prático. O professor deve aprender a dar espaço ao que o aluno faz, o que pode levá-lo a uma reflexão na ação. O professor precisa entender como um conteúdo se traduz em conhecimento a ser aprendido por seus alunos. Se ele não tem condições de analisar, de teorizar sobre seu trabalho, precisará de regras, receitas e será passivo como um seguidor de modelos.

No ensino da Matemática VERGNAUD (1995) entende que a criança tem um papel decisivo ao agir sobre realidades matematizáveis. O papel do professor seria o de estimular e saber utilizar a atividade infantil. Para tanto, sua formação requer conhecer esta criança e conhecer profundamente o conteúdo e as relações entre esse conteúdo e aquela atividade possível da criança.

Muitas são as ocasiões em que os professores solicitam projetos de capacitação docente que lhes permitam conduzir tal aprendizado com mais eficiência. O caminho, ao que parece, não pode começar pelo fim. Há muito que se fazer para compreender o por quê das dificuldades das crianças, inclusive algumas vias possíveis precisam ser exploradas. Algumas delas podem ser caracterizadas por improvisações sem reflexões mais aprofundadas, que constituem, infelizmente, as vias escolhidas pela escola. Porém, o enfrentamento das questões que advêm da compreensão do Sistema de Numeração exige o examinar de questões mais profundas com respeito a um número considerável de exigências.

A caminhada para a construção do Sistema de Numeração já nos deixa pistas de que, nas situações de ensino, as coisas não serão tão evidentes. Também o número de conhecimentos que devemos comunicar e de situações específicas são muito elevados. Por esta razão, temos que reagrupar os saberes, os problemas, as situações, os comportamentos dos alunos e as atividades de maneira que se possibilite formas de ação genéricas, segundo os resultados obtidos. A existência de possibilidades deve apoiar-se, ao menos, na identificação e reconhecimento das práticas e de seus resultados. A comunicação, a utilização e a reprodução das situações produzidas requerem o recurso a conhecimentos e saberes específicos.

A proposição das seqüências didáticas para o ensino de um determinado conceito matemático requer, portanto, a consideração dos obstáculos epistemológicos a vencer, da negociação com o professor e dos contratos a conservar, reforçar e principalmente introduzir As seqüências didáticas se inserem, tanto a nível de sua proposição, como em termos de sua análise e execução, num esforço claramente interdisciplinar. Além do mais, poderá fornecer elementos argumentativos no sentido de situar a sala de aula no conjunto de situações significativas da cultura, de forma a romper a falsa dicotomia "sala-de-aula-mundo-externo" sem contudo perder de vista as peculiaridades desse fortíssimo ambiente estruturador de significados e, em conseqüência, de aprendizagem. Ao nível dos alunos deve-se ter em conta que as dimensões psicológicas e epistemológicas devem ser contempladas, para que a construção do objeto matemático se concretize e esta é fortemente condicionada pelos suportes simbólicos disponíveis.

Segundo PIAGET (1995), o conhecimento é concebido como uma construção e esta construção é explicada pelo processo de abstração reflexionante. Tal processo comporta, por sua vez, dois aspectos inseparáveis: de um lado, o reflexionamento, isto é, a projeção sobre um patamar superior daquilo que foi tirado de um patamar inferior. Por outro lado, uma reflexão, como ato mental de reconstrução e reorganização sobre o patamar superior daquilo que foi assim transferido do inferior.Por sua vez, o material retirado por reflexionamento vem de duas fontes possíveis: dos observáveis, isto é, "dos objetos ou das ações dos sujeitos em suas características materiais" (Piaget, p 303, apud, BECKER, 1993, p.43); dos "não-observáveis, isto é, das coordenações das ações dos sujeitos, coordenações endógenas [...]". (BECKER, 1993, P. 43). A primeira forma chama-se abstração empírica e a segunda, abstração reflexionante.

Segundo BECKER (1993), "a abstração reflexionante tem dois desdobramentos: a) se o objeto 'é modificado pelas ações do sujeito e enriquecido de propriedades tiradas de suas coordenações' [...]; temos então uma abstração pseudo-empírica [...].b) se o resultado de uma abstração reflexionante, de qualquer nível, tornar-se consciente temos uma abstração refletida."(p. 43)

Por outro lado, o sujeito retira por abstração aquilo que seu esquema de assimilação atual possibilita que ele retire. Este esquema é síntese de experiências anteriores mas que podem ser modificadas por acomodação. Quando o sujeito se defronta com situações problemas ou com desafios cognitivos, ele volta-se para si mesmo produzindo transformações nos esquemas que não funcionaram a contento, isto é, ele reorganiza sua forma de conhecer. Com o esquema refeito, novas abstrações ou retiradas podem ser efetuadas.

O material retirado por reflexionamento projeta sobre um patamar superior, o que vigorava somente no plano da coordenação das ações sensório-motoras, isto é, ao plano das representações e por reflexão tal material ele reconstrói ou reorganiza sobre o patamar superior o que foi transferido, encontrando-se com construções anteriores já organizadas que se reorganizam por força da reflexão em função do novo conteúdo.

As seqüências didáticas a serem elaboradas considerarão as contribuições da psicologia, levando em conta as invariáveis presentes no SND e deverão proporcionar meios para a passagem, a nível psicológico, de esquemas do tipo conhecimento-em-ação para esquemas do tipo conceitual.

As seqüências didáticas procurarão apresentar os desafios cognitivos que possibilitem aos sujeitos a retirada da estrutura presente no SND, transferindo-a para um patamar superior, encontrando-se com construções anteriores e reorganizando-se para dar conta dos novos desafios cognitivos. A análise dos protocolos apresentados pelas crianças é que orientarão as escolhas das seqüências, após verificar se os desequilíbrios apresentados precisam ser superados. Isto se verificará pela formas dos sujeitos se organizarem para dar conta dos desafios cognitivos.

Em relação à estrutura do SND, deve-se ter claro o que significa conhecimento social e o que constitui conhecimento universal. Como se sabe, o homem, como sujeito epistêmico, constrói o conhecimento universal, não importando a diversidade de sua experiência. Isto significa que um conhecimento universal existe e é construído por todos os homens, independente de origem, cultura, língua, distribuição geográfica ou tempo. Porém, o Sistema de Numeração que utilizamos hoje para a representação de quantidades, de origem indo-arábica, compreende uma estrutura cuja natureza é arbitrária, inventada pelo homem e não por ele construída. Porém, tal estrutura, sendo inventada, já constitui em primeira instância um conhecimento construído, visto que, em todos os tempos, os homens se organizaram para a utilização de símbolos que permitissem a representação de quantidades ou as expressassem. Nada garante que todos cheguem a tal ponto, a priori. Somente a ação, entendida como abstração reflexionante, garante a posteriori a chegada a este patamar de conhecimento. É um patamar operatório formal que comporta uma diversidade de experiências. Tal diversidade precisa ser superada para garantir a comunicação entre os homens. Por esta razão a importância de um Sistema de Numeração único, no caso, o hoje utilizado: o SND.

No âmbito da escola, o conhecimento é a matéria-prima do professor. Não é suficiente que o professor induza os alunos a fazerem isto ou aquilo, mas conseguir que eles entendam, por reflexionamento, por que fizeram isto ou aquilo. Fazer constitui um

conhecimento prático, matéria-prima do conhecimento, ação de primeiro grau que leva a uma ação sobre esta ação, constituindo uma ação de segunda potência. A ação de primeiro grau serve de apoio à ação de segunda potência, isto é, à abstração ou tomada de consciência e constitui uma ação eminentemente endógena. Esta ação implica uma abstração empírica e reflexionante ao mesmo tempo que poderá, ou não, demandar abstrações pseudo-empíricas e chegar, ou não, a abstrações refletidas. Ao tomar conhecimento da própria ação, isto é, tomar consciência, o sujeito pode chegar a uma generalização.

O trabalho da abstração reflexionante sobrepõe-se ao trabalho da abstração empírica, porém o processo da abstração reflexionante ocorre na interação sujeito-objeto, não se tornando portanto hegemônica, voltando seguidamente a fazer apelo aos recursos da leitura perceptiva.

As atividades elaboradas (que constituirão as seqüências didáticas) objetivarão a compreensão das invariáveis presentes no SND (composição aditiva e unidades de tamanhos diferentes) tal como apresentada por NUNES (1997).Também compreenderão os planos nos quais a noção de número é construída, pois de acordo com VERGNAUD (1985), as dificuldades encontradas pelas crianças se situam no plano do conceito e interferem no sistema de numeração e nas operações que as acompanham.

Segundo VERGANUD (1985), o sistema de numeração é um suporte da conceituação e a escrita do número é associada ao próprio número ao ponto de confundir um com o outro. Para o autor, diferentes obstáculos devem ser enfrentados em diferentes planos e em diferentes operações em jogo na aquisição da adição de números inteiros. Para ele, é no plano das representações escritas que se situam as regras da adição que permitem encontrar, a partir de dois números escritos em numeração de posição, o número correspondente à sua soma. Mas esta regra da adição se apóia sobre os conceitos que se estabelecem em outros planos. Dentro de cada um destes planos encontram-se não somente objetos, conjuntos, cardinais, mas igualmente relações e operações. O autor também defende que as diferentes técnicas de ensino do sistema de numeração devem compreender um intercâmbio entre o número escrito e a quantidade que ele representa e no intercâmbio entre a regra da adição e as operações que elas representam sobre os cardinais e sobre os conjuntos. Para o autor, as diferentes técnicas de ensino devem compreender este intercâmbio entre as operações sobre os objetos e conjuntos e as operações sobre símbolos numéricos. Passar de um material ao número escrito correspondente e, reciprocamente, passar do desenho de um conjunto para um material A, de um material A um material B, de um material B a um número escrito e de um número escrito ao desenho.Por sua vez o número é um conceito que comporta vários sistemas de representação possíveis, dentre os quais o Sistema de Numeração Decimal.

O autor argumenta que as dificuldades encontradas pelas crianças na aquisição da noção de número interferem rapidamente nas dificuldades próprias do Sistema de Numeração e nas operações que o acompanham. Neste sentido o autor propõe que existem diversos obstáculos a suplantar e analisa as diferentes operações em jogo na aquisição da adição dos números inteiros em quatro planos: o plano dos objetos, o plano dos conjuntos de objetos, o plano dos cardinais dos conjuntos e o plano das representações escritas destes números.

Dentro de cada plano se encontram não somente os elementos (objetos, conjuntos, cardinais) mas igualmente as relações e operações sustentadas sobre estes elementos. Existe por outro lado as operações entre os diferentes planos. Por sua parte, a regra de adição se apóia:sobre as operações internas à cada um dos planos: (no plano dos cardinais a soma) e no

plano dos conjuntos (a união disjunta);sobre as operações que fazem passar de um plano a outro: do plano dos objetos ao dos conjuntos (agrupamento),do plano dos conjuntos ao dos cardinais (a medida ou contagem) e do plano dos cardinais ao das representações escritas (a escrita).

Segundo VERGNAUD (1985) é no plano das estruturas que se situa o problema essencial e por conseqüência no plano dos homomorfismos que colocarão em jogo as analogias das estruturas entre diferentes materiais. Nada é mais fecundo que a passagem de um material a outro e de uma representação à outra. Passar de um material ao número escrito correspondente e reciprocamente, passar do diagrama à um material A, de um material A à um material B, de um material B ao número escrito, e do número escrito ao diagrama é um meio de propor a compreensão do sistema de numeração às crianças, sem dificuldade. É o modo de transpor as dificuldades que carregam os números de dois algarismos, que constituem mais um entrave do que um auxílio para a compreensão do Sistema de Numeração – a saber- que um mesmo algarismo representa um número n vezes maior, em base n, se ele é colocado dentro da coluna das dezenas, n vezes maior que as dezenas se estiver na coluna das centenas e assim sucessivamente.

Devem estar presentes além do material os exercícios de passagem de um material a outro e os exercícios que compreendem a leitura dos números escritos e dicção dos números. VERGNAUD (1985) insiste em o fazer sobre os exercícios de passagem de uma representação à outra sem suprimir os exercícios internos à uma representação dada dos números: composição de números, adições e outras operações. A valorização a este tipo de exercício é que pode impedir as crianças de atribuir um significado útil.

Em relação ao funcionamento cognitivo do pensamento teremos também que considerar os registros de representação semiótica. Segundo DUVAL (1993), os objetos matemáticos não devem ser confundidos com sua representação e as diversas representações semióticas de um objeto são absolutamente necessárias. Segundo o autor, como os objetos matemáticos não estão acessíveis diretamente na percepção e como a possibilidade de efetuar tratamento sobre os objetos depende diretamente do sistema de representação semiótico utilizado, estamos diante de um paradoxo. Por esta razão não podemos deixar de considerar este paradoxo cognitivo no processo de ensino, principalmente na fase inicial de aprendizagem. Segundo o autor, uma importância maior é dada às representações mentais. Estas recobrem o conjunto de imagens e de conceitualizações que um indivíduo possa ter sobre um objeto enquanto que as representações semióticas são produções constituídas pelo emprego de signos pertencente a um sistema de representação que tem funcionamento e significadas próprios. As representações semióticas não são somente meios de exteriorização das ações mentais. Elas são essenciais para a atividade cognitiva do pensamento. Segundo o autor é essencial na atividade matemática mobilizar muitos registros de representação : gráficos, figuras, escrituras simbólicas, língua natural, etc, e ter a possibilidade de escolher entre um registro em detrimento de outro. Buscaremos portanto relacionar os planos apontados por VERGNAUD (1985) com as diversas representações semióticas de uma quantidade a ser representada em um sistema de numeração. A semiose que é a apreensão ou a produção de uma representação semiótica e as diferentes atividades cognitivas constitutivas da semiósis dentre as quais: a formação de uma representação identificável com um registro dado, o tratamento que é uma representação interna a um registro, a conversão de uma representação em uma representação de um outro registro, serão consideradas nos desafios cognitivos propostos por PIAGET para possibilitar a apreensão conceitual, noésis, do objeto matemático, o SND.

Esta proposta de ação didática supera os processos de avaliação tradicionais, baseados em teste e provas que não permitem verificar a aprendizagem dos alunos em termos de mudanças de relações com o saber ou em termos de transformações dos conhecimentos dos alunos. Não permitem, tampouco, identificar o papel que os conhecimentos antigos desempenham sobre a construção dos conhecimentos novos. As crianças novas apresentam níveis de compreensão de um determinado conceito, avançando para patamares superiores de compreensão. O que importa é saber como pensam, organizar as situações de aprendizagem para a superação de níveis inferiores e, só então, avançar para outros conceitos.

Metodologia

Selecionar aleatoriamente uma turma (por sorteio) de uma turma de 3ª série .do ensino fundamental. Propor os testes a serem realizados pelos alunos para identificar as compreensões das invariáveis presentes no SND. Proceder com as análises e identificar o nível de compreensão dos alunos. Selecionar, criar e organizar atividades para a proposta das seqüências didáticas que serão realizadas pelos alunos, compreendendo os planos apontados por VERGNAUD (1985),as representações semióticas apontadas por DUVAL (199?) e as invariáveis presentes no SND apontadas por NUNES. (1997). Propor as atividades aos alunos e acompanhar o seu desenvolvimento através de filmagem e observação sistemática. Os encontros serão quinzenais. Analisar as produções escritas, os diálogos e as expressões apresentadas pelos alunos quando da realização das atividades, à luz da teoria de Piaget: acomodação, assimilação e abstração reflexionante. Encontros quinzenais, intercalados com os encontros apontados no item anterior para reformulações necessárias, análises das formas de encaminhamento, perguntas feitas, perguntas não feitas, questões que surgiram no momento da proposta, entre outros.Propor, novamente, os testes aos alunos para identificar os avanços ou não das compreensões, citados no primeiro item.

Bibliografia

BECKER , Fernando. 1993.

NUNES, T. & BRYANT, P. Crianças fazendo matemática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PIAGET, Jean. Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

VERGNAUD, Gérard. Lénfant le mathématique et la réalité. 3. ed. 1985.

DUVAL, R. Registre de représentation semiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. Strasbourg: IREM-UPL, 1993.(Texto trabalhado no Curso de Pós-Gaduação da UFSC, Doutorado em Educação Científica e Tecnológica, traduzido pelo professor Doutor Méricles Tadeu Moretti.

Os Números Negativos em Sala de Aula: Análise de Alguns Obstáculos

Célia Maria Ananias Salvador/Adair Mendes Nacarato
Universidade São Francisco (USF)

O presente trabalho refere-se à Dissertação de Mestrado desenvolvida junto ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação da Universidade São Francisco – Câmpus de Bragança Paulista/SP.

O interesse pela presente pesquisa surgiu a partir da prática pedagógica, com turmas de 6ª série, quando se percebia a dificuldade dos alunos perante o estudo dos números inteiros relativos, que se evidenciava no momento de aprendizagem das regras de sinais. A não compreensão de tais regras gerava, em nós, um total desconforto o que nos levava a procurar uma forma mais clara de ajudá-los a compreender tais regras. No entanto, percebíamos que nos faltavam elementos teóricos e históricos para tal. Nesse sentido, ingressamos no curso de Pós-Graduação acreditando na possibilidade de buscar tais fundamentos e investigar quais as reais dificuldades dos alunos.

Logo no início do curso, em contato com referenciais teóricos sobre a temática, já pudemos constatar que o problema era mais complexo, visto que as regras são apenas decorrência de toda uma elaboração conceitual e que, no caso da multiplicação de dois números negativos, o fato de o produto ser positivo trata-se de uma definição, com vistas à manutenção da consistência interna da própria matemática ou o "princípio da permanência das leis formais" (Caraça, 2000,p.27). Ao buscar a compreensão desse fato, nos deparamos com outros referenciais teóricos e, dentre eles, os estudos realizados por Glaeser (1985) que analisa os obstáculos epistemológicos presentes na história dos números negativos.

Esses estudos iniciais nos apontaram um possível caminho de investigação. Nosso interesse deixava de ser as regras de sinais e passava a ser a questão dos obstáculos epistemológicos, quais sejam:

Inaptidão para manipular quantidades isoladas;

Dificuldade em dar um sentido a quantidades negativas isoladas;

Dificuldade em unificar a reta numérica manifesta pela diferenciação qualitativa entre quantidades positivas e negativas, pela concepção da reta como mera justaposição de duas semi-retas opostas, ou ainda por desconsideração do caráter simultaneamente dinâmico e estático dos números;

Ambigüidade dos dois zeros: zero absoluto e zero como origem;

Dificuldade de afastar-se de um sentido "concreto" atribuído aos seres numéricos: fixação no estágio das operações concretas por oposição ao formal;

Desejo de um modelo unificador: utilização de um modelo aditivo para o campo multiplicativo, ao qual não se aplica.

Com a problemática delineada fomos a campo para a coleta de dados. A partir dos contatos realizados com uma professora de 6ª série de uma escola pública da rede estadual de Louveira/SP, iniciamos nossa pesquisa de campo em fevereiro/2002. Nosso objetivo inicial era de uma pesquisa participante em que as atividades seriam preparadas previamente, num trabalho colaborativo entre a pesquisadora e a professora. Tais atividades seriam trabalhadas em sala de aula e as manifestações das crianças, suas percepções, dificuldades, avanços e interações dentre outros, constituiriam elementos de análise tomando como eixo norteador os obstáculos apontados por Glaeser. As atividades seriam preparadas tendo como referência tais obstáculos – sua identificação e superação.

No entanto, devido a uma série de circunstâncias (dentre elas, a gravidez da professora) o projeto foi tomando novos rumos. Logo no início, ao aplicar as primeiras atividades em sala de aula, constatamos duas questões que nos pareceram bastante relevantes e que poderiam redimensionar nossa investigação: a questão do zero e das concepções manifestadas pelos alunos com relação aos números negativos. A questão do zero se evidenciou na fala dos alunos quando estes não demonstravam clareza da distinção do zero como número e como algarismo. Isso nos levou à percepção de que a forma como os números naturais e o sistema de numeração foi a eles ensinado em séries anteriores deve ter gerado obstáculos que dificultaria a compreensão dos números relativos. Diante disso, optamos por limitar nosso olhar apenas para dois dos seis obstáculos apontados por Glaeser: 1) Ambigüidade dos dois zeros: zero absoluto e zero como origem; 2) Inaptidão para manipular quantidades isoladas.

Redefinidos os dois eixos centrais da pesquisa, buscou-se, principalmente na história da Matemática, elementos que possibilitassem uma compreensão do surgimento tanto do zero quanto dos números negativos (Ifrah, 1995; Boyer, 1974; Baumgart, 1992; Barker, 1969; Eves, 1995 dentre outros). Nesse percurso histórico estamos tentando identificar os principais obstáculos presentes. Glaeser (1985), ao estudar os obstáculos presentes na história dos números negativos, vai se apoiar nos trabalhos de Bachelard (1999) – primeiro a avançar nesse tipo de estudo. Outro teórico que estamos tomando como referência é Brousseau (apud Pais, 2001) que investiga a questão dos obstáculos do ponto de vista didático.

A presente pesquisa tem como objetivos:

1. Identificar as concepções que os alunos têm sobre o zero e os significados que a ele atribuem.

2. Identificar as concepções que os alunos têm sobre números negativos e como lidam com as quantidades negativas isoladas.

3. Analisar se o processo de ensino sobre números relativos, vivenciado pelos alunos, contribuiu para a superação dessas concepções iniciais.

4. Identificar a existência ou não de obstáculos didáticos na aprendizagem desses alunos, principalmente com relação ao zero e ao sistema de numeração decimal.

Isso posto, nossa questão central de investigação é: "Em que medida o conhecimento prévio que os alunos têm sobre os números naturais e sobre o zero, manifesto em suas falas, pode se constituir em obstáculos para a compreensão dos números relativos?"

A pesquisa de caráter qualitativo, caracteriza-se como um estudo de caso. Fazem parte deste estudo 42 alunos de 6ª série, com idades entre 12 a 14 anos, de uma escola pública estadual

da cidade de Louveira/SP. Trata-se de uma escola de periferia em que os alunos são de origem nordestina e filhos de lavradores.

Nossa inserção na escola ocorreu no período de fevereiro/2002 a abril/2002, quando acompanhamos as aulas da professora titular. Em virtude de sua gravidez, muitas vezes nos tornamos a própria professora da sala, o que dificultou nossa proposta inicial de um trabalho colaborativo.

No início do trabalho em sala de aula, já tendo como objetivo analisar o zero-absoluto e o zero-origem (Glaeser, 1985) propusemos aos alunos a seguinte questão: "Qual o significado do zero para você?", para que respondessem por escrito e entregassem na aula seguinte (chamaremos de 'primeiro momento' essa sondagem inicial). Após duas semanas de aulas (doze no total), em que os alunos lidaram com uma série de atividades e jogos relacionados aos números negativos, bem como discussões sobre a história do zero e seus significados, novamente fizemos a mesma questão para que fosse respondida na própria sala de aula (chamaremos segundo momento). O objetivo nesse momento era identificar a superação ou não das concepções iniciais dos alunos. Terminado o estudo sobre os números relativos, voltamos a aplicar aos alunos a mesma questão (chamaremos terceiro momento), também em sala de aula. Nesse terceiro momento o objetivo era verificar se o estudo desse novo campo numérico provocou alterações nas concepções dos alunos, superando ou não o primeiro obstáculo – objeto de nosso estudo.

Para identificar as concepções dos alunos sobre números negativos e a forma como lidam com quantidades negativas isoladas, estão sendo analisados os seguintes materiais: registros de atividades realizadas; vídeos de momentos das aulas e questionários respondidos pelos alunos.

No presente momento estamos em fase de análise desse material empírico. Já pudemos identificar algumas categorias que estão emergindo do material empírico, com relação ao zero. Pudemos constatar nas falas e registros dos alunos os seguintes significados atribuídos ao zero: 1) zero cardinal (como resultado de uma contagem); 2) zero absoluto; 3) zero origem; 4) zero como algarismo (valor posicional); 5) zero operador (elemento neutro da adição). Identificadas essas categorias, estamos buscando na literatura a existência ou não de diferença entre as duas primeiras (zero cardinal e o zero absoluto), para procedermos a análise.

Quanto às concepções sobre números negativos, ainda não identificamos as categorias emergentes.

Bibliografia

IFRAH, G. História Universal dos Algarismos. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1995.

BOYER B. C. História da Matemática. São Paulo: Editora Edgard Blucker Ltda, 1974.

BAUMGART, John K. Álgebra. In Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula. São Paulo: Atual,1992.

BACHELARD. G. A Formação do espírito Científico. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 1999

BARKER, S. F. Filosofia da Matemática. Rio de Janeiro: Zahar, 1969.

CARAÇA, B.J. Conceitos Fundamentais da Matemática. Lisboa: Gradiva, 2000.

EVES, H. Introdução à História da Matemática. Campinas,SP: Editora da Unicamp, 1995.

GLAESER, G. Epistemologia dos números relativos. Boletim GEPEM, ano 85, n.17, p. 28-123.

MACHADO, S. D. A. Educação matemática: uma introdução. São Paulo: EDUC, 1999.

PAIS, L. C. Didática da matemática: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

Conceito de Função : Qual o Distanciamento Entre a Abordagem Didática Feita por Euclides Roxo, em 1930, e a Ideal Preconizada pela Educação Matemática Atual?

Autor: Ciro Braga (Mestrando)
Orientador: Prof. Dr. Wagner R. Valente
Pontifícia Universidade Católica – S. Paulo

A introdução de funções no ensino secundário brasileiro por Euclides Roxo, em 1929, resultou na criação da disciplina escolar Matemática unificando a Aritmética, a Álgebra e a Geometria, até então, disciplinas distintas.

Essa unificação das matemáticas em uma nova disciplina tornou-se imprescindível, pois Roxo, em sua concepção expressa nos seus livros didáticos de 1929 e 1930, entendia função como uma ferramenta generalizadora para estabelecer inter-relações entre os diversos campos da matemática.

A idéia de função em suas diferentes representações era apresentada por Roxo gradativamente em seus livros, permeando os diversos ramos da matemática, e retomada de forma "espiralada" ao longo dos capítulos até passar pela conceituação e a definição propriamente dita.

Essa sua forma orgânica e dinâmica de se apresentar a matemática escolar foi alvo de severas críticas pelos professores da época. Este fato desembocou na criação de livros didáticos de Matemática onde os autores passaram a colocar a Aritmética, a Álgebra e a Geometria em capítulos estanques sem inter-relações. Esses novos livros começaram a constituir um novo padrão determinante dos rumos da nova disciplina Matemática alijando, assim, as obras e as idéias fundamentais de Roxo desse processo.

Um mérito indiscutível que se confere a Euclides Roxo é a criação da Matemática como uma nova disciplina escolar no Brasil. Por outro lado, pode-se levantar dúvidas quanto à adequação ou não de sua abordagem de função como fator unificador em seus livros didáticos. Hoje, o distanciamento histórico nos permite fazer uma análise, com maior segurança, deste fato.

Para essa análise, consideramos relevante observar alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função.

As primeiras idéias de funcionalidade surgiram com os babilônios ao estabelecerem as tabelas sexagesimais de quadrados e raízes quadradas, de cubos e raízes cúbicas, e outras. Entre os gregos, havia menções sobre dependências funcionais, mas, segundo Boyer, não existia nenhuma idéia geral de funcionalidade na Antigüidade.

> *O embrião da representação gráfica surge em 1360, com Nicole Oresme, com a apresentação da latitude das formas que tinha um caráter qualitativo. Essa representação é retomada por Galileu (1564-1642) que lhe introduz o quantitativo, além de lidar de forma funcional com as causas e efeitos, fato essencial à concepção de variável dependente*

Descartes (1596–1650), além de nos legar a forma da representação gráfica, já afirma:*"...uma equação em x e y é um meio para introduzir uma dependência entre quantidades*

variáveis de modo a permitir o cálculo de valores de uma delas correspondendo aos valores da outra"

Cabe aqui uma pausa nesse desenvolvimento histórico do conceito de função, para observar o cuidado tomado por Euclides Roxo em seguir, no seu livro didático, a gênese desse conhecimento. No seu livro *Curso de Matemática Elementar* (1929), na página 98, ele coloca o aluno diante de uma série de dados e mostra que uma primeira forma de tratar essas informações é através da disposição tabular, assemelhada à dos babilônios. Em seguida, na página 100, encaminha para um gráfico de barras, lembrando as representações incipientes de Oresme. Na página 108, apresenta as coordenadas cartesianas lançando mão das grandezas latitude (Oresme, novamente) e longitude. Nas páginas seguintes são propostos novos gráficos, envolvendo sempre situações contextualizadas, onde começa explorar a dependência matemática.

Retomando o desenvolvimento histórico, destacamos que Leibniz, em 1673, introduz a palavra função e Jean Bernoulli (1694-1698) apresenta a primeira definição explícita de função como expressão analítica: *"Chamamos função de uma grandeza variável a uma quantidade composta de qualquer maneira que seja desta grandeza variável e constantes."*

Em 1837, Dirichlet sugere uma definição muito ampla de função: *"Se uma variável y está relacionada com uma variável x de tal modo que, sempre que é dado um valor numérico a x, existe uma regra segundo a qual um valor único de y fica determinado, então diz-se que y é função da variável independente x."*

Em 1939, surge com Bourbaki a grande ampliação do conceito de função para além de conjuntos numéricos alicerçando o estruturalismo. Para a nossa análise, vamos focar a versão da definição formalista apresentada pela maioria dos livros didáticos do movimento Matemática Moderna: *" Uma função f de um conjunto A em um conjunto B é um subconjunto do produto cartesiano AxB que a cada a em A associa um único elemento b em B tal que (a,b) pertence a f."*

Shuard e Neill (1977) assinalam que, com o advento da Matemática Moderna, a idéia de dependência funcional foi, infelizmente, eliminada da definição corrente de função. Na grande maioria dos livros didáticos, função é, agora, definida como uma relação entre elementos de dois conjuntos, tal que cada membro do domínio tem apenas uma imagem. Algumas definições modernas incluem menção a uma regra, porém a noção de dependência se foi.

Dreyfus e Vinner(1982), em pesquisa com estudantes universitários de Matemática, perguntaram "O que é função, na sua opinião?". Apesar da ênfase em uma definição da Teoria dos Conjuntos do conceito de função ensinada nos cursos de Matemática, a grande maioria dos estudantes não a aceitava. Setenta por cento apresentaram variações de uma definição processual: a função é uma relação de dependência, uma regra, uma operação, uma fórmula, e assim por diante.

Sfard (1989) planejou um estudo onde o conceito de função foi ensinado para uma classe de jovens adultos. Inicialmente o termo função foi usado quase que como sinônimo de algoritmo; mais tarde foi usado para nomear o produto de um algoritmo. E daí, por diante. A descrição entrada-saída de função foi substituída pela definição abstrata de Bourbaki somente depois de um longo período. Sfard descobriu que a transição para uma abordagem estrutural encontrava resistência e falta de compreensão: a idéia de função não computável, quando

mencionada explicitamente, despertou perplexidade e oposição. Sfard afirma, ainda, que talvez haja estudantes para os quais a concepção estrutural permanecerá praticamente fora de alcance qualquer que seja o método de ensino.

O quadro acima vem referendar o fato de que o aluno do ensino médio e fundamental não tem porque se ater a uma definição formalista que não fará parte do seu cotidiano escolar. A abordagem estruturalista o afasta de compreender uma forma processual que o homem só recentemente veio a dominá-la. A definição formalista pode ser reservada para o início de cursos que realmente a exijam, como por exemplo, a Topologia e a Álgebra Linear, entre outros. Para um nível mais elementar, é suficiente uma definição inteligível, simples e objetiva.

Atualmente, é consenso que o conceito de função não pode se afastar dos aspectos de variação e dependência. Deve enfatizar que é uma regra que estabelece a correspondência entre as variáveis (dependente e independente). Segundo Freudenthal (1981*)," nosso mundo não é um sistema relacional calcificado, mas um reino de mudanças, um reino de objetos variáveis dependendo uns dos outros; as funções são um tipo especial de dependência, isto é, entre variáveis que são distinguidas como dependentes e independentes"*..

É com esse enfoque que Euclides Roxo (1930) apresenta o conceito de função. Inicialmente, nas páginas 137 e 138, ele introduz a idéia de dependência entre variáveis de forma qualitativa através do texto e exercícios do tipo "Numa corrida de automóveis, sobre uma distância fixa, de que depende o tempo do vencedor?".

Em seguida, nas páginas 139 e 140, mostra que existe uma relação associativa entre as variáveis e a ilustra com um gráfico produzido por um termômetro registrador, distinguindo a variável independente e a dependente. Na página 141, passa para um exemplo do cotidiano (preço x kg de mercadoria), onde apresenta uma expressão algébrica para exprimir a dependência funcional. E, finalmente, na página 145, comenta a relação funcional determinada por tabelas que, aliás, são freqüentes em todo o texto dos livros, desde o volume I.

Na seqüência de exercícios proposta nas páginas de 146 a 149, Roxo faz o aluno transitar de forma progressiva pelos diversos registros de representação (algébrico, gráfico e tabular).

No que diz respeito à retomada de conteúdos em forma "espiralada", poderíamos observar que, na página 150, o autor apresenta a dependência proporcional e encontra, na página 154, o momento oportuno para demonstrar, utilizando a tangente trigonométrica, que o gráfico de uma função linear é uma reta passando pela origem do sistema cartesiano. Aproveitando o conceito de proporcionalidade, faz o aluno percorrer, nos capítulos seguintes, outros conteúdos inter- relacionados (grandezas inversamente proporcionais, regra de três, juros simples, câmbio), quando então, retoma a equação da reta, que passava pela origem na função proporcional, e lhe aplica o conceito de translação (página 223), introduzindo, assim, a função polinomial do 1° grau. Este assunto, por sua vez, mesclado à dependência funcional serve de mote para contextualizar, através de exemplos de termometria e cinemática, a resolução gráfica e algébrica de sistemas de equações do 1° grau.

As observações acima apresentadas, entre muitas outras que poderiam ser feitas, sobre a abordagem de funções por Euclides Roxo em seus livros didáticos vêem evidenciar a qualidade da sua adequação a uma proposta pedagógica consistente.

O conceito de função por ele colocado, o trânsito proposto pelos diversos registros de representação, as inter-relações feitas entre os vários campos da matemática, além das

seqüências de exercícios que instigam o aluno a obter as próprias conclusões, tudo isso, coloca a obra de Roxo muito próxima das conceituações e práticas valorizadas pela educação matemática atual.

Apesar da qualidade inequívoca de seus livros, Roxo não foi compreendido em seus intentos, ou melhor, não conseguiu vencer a inércia do sistema educacional de então. A unificação da Aritmética, Álgebra e Geometria em uma só disciplina, por ele proposta, já exigia um grande esforço de adaptação dos professores. Solicitar, ainda, uma substancial reformulação metodológica estava além dos limites que o conservadorismo e a alienação reinantes no sistema escolar da época impunham.

Bibliografia

BOYER, Carl Benjamin. *História da matemática*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1974.

CHERVEL, André. História das disciplinas escolares – reflexões sobre um campo de pesquisa. Teoria & Educação, n° 2, Porto Alegre: Pannonica, 1990.

FREUDENTHAL, H. Problemas mayores de la educacion matematica. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 1981.

KIERAN, Carolyn. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. Montreal: Université du Québec, 1992.

LIMA, Elon Lages. Exame de textos: análise de livros de Matemática para o Ensino Médio. Rio de Janeiro: SBM – Sociedade Brasileira de Matemática, 2001.

MIORIM, Maria Ângela. Introdução à história da educação matemática. São Paulo: Atual, 1998.

PIRES, Célia Maria Carolino. Currículos de Matemática: da organização linear à idéia de rede. São Paulo: FTD, 2000.

ROXO, Euclides. Curso de Matemática Elementar, volume I. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1929.

_____. Curso de Matemática Elementar, volume II. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1930.

_____. A matemática na escola secundária. São Paulo: Nacional, 1937.

VALENTE, Wagner Rodrigues. Uma história da matemática escolar no Brasil (1730-1930). São Paulo: Annablume, 1999.

A Metamatemática no Livro Didático de Álgebra Linear

Autor (a): Claudia Cardoso Vieira Brazil de Araujo
Orientador (a): Silvia Dias de Alcântara Machado
Instituição de Origem: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP.

Justificativa:

Dentre as poucas pesquisas sobre ensino e aprendizagem da Álgebra Linear, destacam-se as de Jean-Luc Dorier e seu grupo que afirmam que a forma abstrata e axiomática utilizada para introduzir as noções elementares da Álgebra Linear, provocam no aluno uma sensação de fracasso, impedindo que avancem em seu aprendizado. A isso chamaram de obstáculo do formalismo.

A noção de base é uma das noções elementares que segundo algumas pesquisas não tem sido bem compreendida pelos alunos iniciantes de Álgebra Linear. Amarildo M. Silva, por exemplo, em sua dissertação de mestrado "Uma análise da produção de significados para a noção de base em Álgebra Linear" pôde constatar que alguns alunos, mesmo ao final de um primeiro curso de Álgebra Linear, atribuem ao fato de um conjunto ser gerador de um espaço vetorial, as condições necessária e suficiente para que esse conjunto seja uma base do espaço vetorial. Ainda, no que diz respeito às dificuldades encontradas pelos alunos no estudo de base, existem relatos de alguns professores do ensino superior sobre alunos que já terminaram o curso de Álgebra Linear e que ao serem questionados sobre quantas bases existem num espaço vetorial respondem que existe apenas uma base, a canônica.

Os professores de Álgebra Linear têm reconhecido que é fato a existência de dificuldades na compreensão de noções, mesmo que elementares, da Álgebra Linear. O que pode levá-los, em sua maioria, a utilizar em suas aulas, recursos que motivem e/ou facilitem a compreensão das noções matemáticas a serem estudadas. Dentre estes recursos estão os questionamentos, atividades bem elaboradas, a relevância da importância de estudar um assunto em diferentes quadros (algébrico, geométrico, aritmético, etc.), a adoção e/ou indicação de livros didáticos para que o aluno aprofunde seus estudos, pode trazer à tona os erros freqüentemente cometidos pelos alunos, etc.

A adoção e/ou indicação do livro didático pode influenciar na aprendizagem da matemática direta ou indiretamente. Tal influência é indireta quando o professor o utiliza como fonte de consulta para a preparação de suas aulas, o que, segundo Behaj e Arsac, acontece com menor freqüência quanto maior a experiência do professor com a pesquisa científica em Matemática e ainda, quando utiliza o livro didático para a retirada de alguns exercícios que, dependendo de suas escolhas, pode levar o aluno a conceber que um assunto é mais ou menos importante que outro. A influência direta do livro didático na aprendizagem se dá quando o aluno o utiliza como fonte de estudo para aprofundar e/ou desenvolver seus conhecimentos.

Objetivo:

Levando em conta que os professores utilizam o livro didático tanto como livro adotado como para o preparo de suas aulas, decidi analisar como é feita a abordagem da noção de base nos livros didáticos de Álgebra Linear comumente indicados no ensino superior investigando a existência de possíveis "alavancas meta" no discurso metamatemático utilizado

pelos autores. Cabe ressaltar que a identificação de uma alavanca meta dependerá exclusivamente do receptor do discurso metamatemático. Portanto, restringi minha investigação á identificação de "possíveis alavancas meta" no discurso metamatemático utilizado pelos autores destes livros.

Quadro Teórico:

As pesquisas em Educação Matemática que investigam as questões relacionadas com a metamatemática, utilizando ou não o termo, geralmente estão apoiadas sobre a hipótese de que as dificuldades relacionadas ao aprendizado podem ser superadas se o aluno for capaz de refletir sobre seus próprios conhecimentos, utilizando-os como ferramenta para a aquisição de um novo assunto. Questionamentos, atividades, etc que tratem do conhecimento a ser adquirido a partir de elementos sobre ele são recursos do tipo meta, que a partir de um discurso escrito ou oral, podem ajudar o aluno a desenvolver tal reflexão. Segundo Michel Otte, não existe conhecimento sem metaconhecimento e não se pode apreender um conceito teórico sem apreender algo sobre ele.

Dentre as várias pesquisas que há tempos vêm buscando recursos metamatemáticos, utilizando ou não este termo, as que fundamentaram minha pesquisa foram as de Jean-Luc Dorier, Aline Robert, J. Robinet e Marc Rogalski que utilizam o termo metamatemática como um conjunto de recursos empregados no ensino, que discorrem sobre a matemática com o objetivo de fornecer condições para que o aluno melhor compreenda os assuntos estudados. A estes recursos metamatemáticos, Dorier e seu grupo, denominam de "alavancas meta" se forem constituídos de elementos de informações capazes de propiciar condições para que o aluno reflita sobre seus conhecimentos, organize-os e os utilize como ferramenta para a aquisição de uma nova noção matemática. Para que estes elementos de informações funcionem como alavancas meta ao conhecimento, devem ser constitutivos: 1) do conhecimento matemático - informações sobre a importância dos métodos ou a (re) organização da matemática, podendo contribuir para a reflexão do aluno sobre a maneira de atuar em matemática; 2) do funcionamento matemático – informações sobre a importância da utilização dos diferentes quadros (algébrico, geométrico, aritmético, etc.) na resolução de um problema, dos questionamentos e dos exemplos e contra-exemplos, propiciando um certo controle em seu fazer matemático e; 3) informações sobre a natureza epistemológica do conceito estudado, como por exemplo, o caráter unificador e generalizador da Álgebra Linear.

Dentre as perspectivas, teorias e modelos de construção do conhecimento que explicitam a importância da metamatemática como um recurso motivador e facilitador para o ensino e aprendizagem da Álgebra Linear, destaco as teorias coerentes com o ponto de vista da passagem do antigo ao novo, em que o discurso metamatemático pode e deve ajudar o aluno a canalizar os conhecimentos antigos para a aquisição de um novo conceito. Partir da Geometria Analítica para introduzir conceitos da Álgebra Linear, por exemplo, pode ser uma prática metamatemática baseada na passagem do antigo novo.

Dorier e seu grupo têm trabalhado na seguinte perspectiva geral: quando se têm como objetivo a aquisição de um conhecimento complexo, o professor pode propor situações metamatemáticas que atuem como alavanca na construção eficiente para o acesso a um novo conhecimento.

Procedimentos metodológicos:

O método descritivo qualitativo permitiu analisar e interpretar os textos dos livros didáticos, argumentando sobre sua natureza. Frases, parágrafos e até mesmo itens inteiros foram transcritos e selecionados a fim de organizá-los para interpretá-los de acordo com o objetivo e os critérios estabelecidos.

Os livros didáticos analisados foram aqueles comumente indicados em mais de uma das ementas das quatro Universidades selecionadas. As partes analisadas dos livros foram o prefácio, a abordagem dos conteúdos até inclusive a noção de base.

As Universidades USP, UNESP (Rio Claro) e UNICAMP foram selecionadas por constarem da pesquisa levada a efeito pela UNICAMP que revelou o alto índice de reprovação em Álgebra Linear. O que me levou a acreditar que os professores destas Universidades conscientes das dificuldades dos alunos na apreensão dos conceitos de Álgebra Linear pudessem estar preocupados com a apresentação de livros didáticos capazes de melhor apoiar o curso. O motivo pelo qual incluí a PUC-SP nesta pesquisa foi a composição docente de seu departamento de Matemática, doutores e mestres e grande parte, envolvidos com Educação Matemática, conseqüentemente preocupados com as questões de ensino e aprendizagem da Álgebra Linear.

Resultados –

Análise dos livros didáticos. Primeiramente foi evidenciado o que no prefácio de cada livro consta sobre a aquisição do conhecimento a ser apresentado, em seguida comento a metamatemática utilizada pelos autores na abordagem dos conteúdos até inclusive a noção de base. Finalmente concluirei com o que é passível de funcionar como uma alavanca meta para a melhor compreensão do aluno.

O primeiro livro analisado foi "Álgebra Linear e aplicações" de Callioli, Higino e Costa. Este livro consta da bibliografia das quatro Universidades em questão.

No prefácio, os autores mostram algumas concepções metamatemáticas quando dizem que a Álgebra Linear deve ser estudada a partir de conhecimentos da Geometria, isto é, do ponto de vista antigo novo e quando dizem que após uma exposição teórica é necessária alguma aplicação sugerindo aos professores que utilizarão este livro que recorram aos capítulos da 2ª parte, acreditando que tal procedimento será capaz de proporcionar a motivação e o interesse de seus alunos. Ainda, no prefácio, outra concepção meta dos autores, me faz antever a presença de possíveis alavancas em seu discurso. Dizem que a redação desta obra foi norteada pela preocupação em manter uma linguagem acessível aos alunos iniciantes de Álgebra Linear e que o texto é gradativo e concatenado, o que me faz entender que as noções serão apresentadas de maneira a provocar pequenos desequilíbrios utilizando conhecimentos anteriores para a aquisição de um conceito.

Das pretensões ditas no prefácio pelos autores, pude observar durante a análise deste livro que realmente utilizaram um discurso metamatemático coerente com a passagem do antigo novo na abordagem de Espaços Vetoriais. Na introdução do capítulo apresentam uma comparação entre as operações de adição e multiplicação por escalar possíveis no conjunto dos vetores da Geometria Analítica e no conjunto das matrizes (noções provavelmente já apreendidas pelos alunos anteriormente) para introduzir um novo conceito, o de Espaço Vetorial, mostrando que dois conjuntos aparentemente distintos têm uma mesma

estrutura algébrica.Tal discurso meta poderia funcionar como uma alavanca meta caso motivassem os alunos à procura de outros conjuntos conhecidos que possuem a mesma estrutura.

As noções de sub-espaço vetorial, de soma de sub-espaços e soma direta são tratadas a partir de suas definições, embora utilizem o recurso da representação gráfica para exemplificar a soma direta. Assim como no tratamento da noção de espaço vetorial finitamente gerado, exemplificando com um conjunto do R^3 e sua base canônica, o que pode levar o aluno a acreditar que todo conjunto gerador é minimal. E ainda após a apresentação de sua definição, dos 6 exemplos apresentados, cinco são de conjuntos geradores que se constituem em base canônica.

O capítulo, intitulado BASE E DIMENSÃO, também é introduzido a partir de conhecimentos da geometria. O discurso consta de um exemplo de 3 vetores não coplanares formando então uma base do espaço R^3. Mas a desarticulação entre a introdução e o assunto abordado em seguida – dependência linear – impede que tal discurso metamatemático funcione como uma alavanca meta. A noção de base, propriamente dita, é abordada a partir de sua definição e os exemplos apresentados são as bases canônicas.

O segundo livro analisado "Álgebra Linear" de Hoffman e Kunze consta da bibliografia das ementas da UNESP de Rio Claro e da PUC-SP.

No prefácio, os autores dizem que a principal finalidade de qualquer curso de Álgebra Linear deve ser de ensiná-la de maneira a proporcionar a todos uma compreensão dos conceitos estudados e não somente métodos ou técnicas de resolução e afirmam que evitaram utilizar muitas idéias abstratas logo no início do livro, pois têm consciência das dificuldades que o aluno encontra com a abstração.

O capítulo Espaço Vetorial é introduzido com um discurso sobre os assuntos que supostamente os alunos já estudaram, como combinações lineares de matrizes, funções e vetores da Geometria Analítica. Comentam que a Álgebra Linear é uma parte da matemática que estuda propriedades comuns de conjuntos distintos e as combinações lineares dos elementos desses conjuntos e que o objetivo deste capítulo é de definir espaço vetorial. Feito tal discurso metamatemático, apresentam sua definição. Após a definição de espaço vetorial falam sobre ele, num discurso meta, como um objeto composto de um corpo, um conjunto de vetores e das operações de adição e multiplicação por escalar e de suas propriedades. Além disso, dizem que um mesmo conjunto de vetores pode ser parte de vários espaços vetoriais. Poderiam aproveitar este momento sugerindo uma atividade que motivasse o aluno à procura de alguns destes espaços.

Dados os exemplos de espaços vetoriais definem combinação linear. Em seguida comentam sobre a relação da Álgebra Linear com a Geometria, fazendo referências às palavras espaço, vetores como sugestivos termos geométricos. Neste momento, utilizando um discurso meta apoiado no ponto de vista antigo novo, relacionam a idéia de vetores da Geometria Analítica com a definição de espaço vetorial dada neste livro e falam sobre a equivalência da definição geométrica das operações de adição e multiplicação por escalar de vetores representados por segmentos orientados com a definição algébrica dada para R^3. Os autores chegam a sugerir ao leitor que é importante pensar geometricamente para melhor compreender as noções estudadas em Álgebra Linear, mas deixam claro que é necessário investir seus esforços na compreensão das demonstrações algébricas.

As noções de subespaço, subespaço gerado, soma de subespaço são tratados a partir de suas definições. Dentre os nove exercícios propostos, quatro pedem aos alunos que realizem demonstrações. Os outros pedem que sejam verificados se é subespaço ou subespaço gerado.

O capítulo, intitulado Base e Dimensão, é introduzido por um discurso metamatemático em que os autores justificam a introdução da noção de base como sendo o resultado da procura de uma definição algébrica para a noção de dimensão de um espaço vetorial. Definem dependência e independência linear e base de um espaço vetorial finitamente gerado. Os autores recorrem a uma base canônica tanto para exemplificar base como para exemplificar conjunto linearmente independente. Isto pode levar o aluno a entender que ser linearmente independente é condição suficiente para ser uma base de um espaço vetorial finitamente gerado.

O livro "Álgebra Linear" de Boldrini, Costa, Figueiredo e Wetzler foi o terceiro e último livro analisado e consta da bibliografia das ementas da USP, da UNICAMP e da PUC-SP.

Os autores, no prefácio, contam que este livro resultou de um texto utilizado no curso de Matemática da UNICAMP, entre outros e que os assuntos a serem abordados seriam aqueles necessários em cursos posteriores. Disseram ainda que o curso de Álgebra Linear segue o de Geometria Analítica, o que induz o leitor a pensar que os assuntos a serem estudados partirão de conhecimentos da Geometria Analítica. Segundo os autores, a elaboração deste livro esteve norteada por dois objetivos: o uso dos conceitos pela necessidade de mostrar a aplicabilidade dos conceitos da Álgebra Linear, pois acreditam que a dificuldade dos alunos nesta disciplina se dá por sua abstração, assim como afirma Dorier e o encaminhamento dos conceitos para a solução de problemas em que os alunos já tenham sentido dificuldade, assim mostrando a inter relação entre os assuntos teóricos e sua aplicabilidade.

O capítulo sobre a noção de espaços vetores é introduzido pelos vetores no plano. Recorrem a conceitos da Física para representar grandezas que podem ser representadas por vetores como velocidade, força e deslocamento. Tais conhecimentos são utilizados pelos autores sempre que possível, por exemplo, para tratar da soma de vetores no plano recorrem ao conceito de força resultante. Quando estão tratando das operações de adição e multiplicação por escalar, fazem uma comparação entre os conjuntos de vetores no plano e no espaço com o conjunto das matrizes-linha ou coluna. O que pretendem com este discurso meta é estabelecer uma relação entre dois conjuntos aparentemente distintos, mas com mesma estrutura algébrica, mas limitar o estudo à somente dois tipos de matrizes pode dificultar a generalização do conceito impedindo que o aluno perceba que isto é possível com todas as matrizes.

Com o estudo de vetores no plano e no espaço que antecede o estudo de Espaços Vetoriais propriamente dito, os autores acabam por fazer uma revisão da Geometria Analítica. Após o que definem Espaço Vetorial de forma tradicional.

A noção de subespaço vetorial é introduzida por um discurso metamatemático que fala de espaços vetoriais "menores". Após a definição de subespaços são apresentados exemplos. O que diferencia estes exemplos daqueles dados pelos outros livros analisados é que entre os exemplos existem também contra-exemplos. Assim, ao utilizarem contra exemplos estão criando uma "alavanca meta", pois segundo Dorier, este é um elemento de informação constitutivo do funcionamento matemático que constitui uma alavanca meta.

Em um mesmo tópico são tratadas as noções de subespaço gerado e combinação linear. O que pode ajudar o aluno a compreender que o conjunto de vetores que gera um espaço vetorial não é necessariamente o menor conjunto e sim aquele de todas as combinações lineares destes vetores. Este livro possui duas características metamatemáticas constantes que condizem com o princípio da concretização de Harel. Os assuntos são apresentados com o auxílio de gráficos e o texto utiliza palavras que têm significado para o aluno como, por exemplo, o termo supérfluo para dizer que um vetor é combinação linear dos outros vetores, portanto é linearmente dependente. Neste livro também são utilizadas as bases canônicas como exemplos de conjuntos linearmente independentes. Embora na abordagem de base haja contra exemplos em que um conjunto L.I. não gera o espaço vetorial e, portanto, não é uma base.

Na introdução da noção de base também são utilizados termos "próximos dos alunos" como elementos realmente necessários e alicerce. Ao explicarem que estão em busca de um conjunto gerador de elementos realmente necessários enfatizando que não deve possuir elementos supérfluos, induzem o aluno, implicitamente, à idéia de conjunto gerador minimal. Quando utilizam a palavra alicerce, estão fazendo uma relação com os vetores da Geometria Analítica.

Embora estes autores utilizem quase sempre as bases canônicas, apresentam também outras bases diferentes destas, como por exemplo, o a base {(1,1),(0,1)}. Isso pode lembrar o aluno da existência de outras bases para o mesmo espaço vetorial. No tratamento de base, apresentam um exemplo de um conjunto que gera o espaço e é linearmente dependente e outro exemplo em que se tem um conjunto linearmente independente, mas que não gera o espaço vetorial. Por meio desses exemplos os autores podem estar contribuindo para evitar confusões como as apontadas por Amarildo em sua dissertação de mestrado. Alem disso podem estar levando o aluno a refletir sobre as condições necessárias para que um conjunto seja uma base de um espaço vetorial.

Conclusão: Após analisar o discurso metamatemático apresentado em cada um dos três livros didáticos, pude concluir que no prefácio existem características promissoras quanto à existência de "alavancas meta" no corpo dos textos. No entanto, apresentam características diferentes, por exemplo: no prefácio do terceiro livro, os autores se preocupam em mostrar o uso dos conceitos; o prefácio do segundo livro indica a preocupação com a compreensão dos conceitos dando significado às noções e não apenas enfatizando métodos e técnicas de resolução; no primeiro livro nota-se a preocupação dos autores em desenvolver o texto respeitando os três princípios da concretização, necessidade e da generalização.

Embora exista um discurso metamatemático nas partes analisadas dos três livros, poucas situações puderam ser avaliadas como possíveis alavancas meta. No primeiro, na introdução de espaços vetoriais quando comparam características de dois conjuntos aparentemente distintos para mostrar que possuem uma mesma estrutura algébrica. No segundo, quando após a definição de dependência linear, mostram a equivalência entre as operações de adição e multiplicação por escalar dos vetores representados por segmentos orientados e as mesmas operações algébricas no espaço vetorial real R^3. No terceiro, quando utilizam o termo vetor supérfluo na abordagem da noção de dependência linear o que pode ajudar o aluno a perceber a vantagem de utilizar conjuntos mais econômicos e a utilização de exemplos e contra-exemplos.

Assim, concluo que poucas oportunidades foram aproveitadas a fim de criar condições para que seu discurso metamatemático funcionasse como uma alavanca meta. A analise feita me levou a mais questões do que respostas. Dado que tais livros trazem raras sugestões passiveis de se tornarem "alavancas meta" e utilizam um formalismo a meu ver excessivo, que deveria ser menos enfatizado num primeiro curso de álgebra Linear; afinal alunos iniciantes necessitam de uma abordagem mais intuitiva para tornar claro o papel unificador e generalizador da teoria, de acordo com conclusões das pesquisas do grupo de Dorier (1997), mesmo assim continuam sendo indicados por Universidades tradicionais do Estado de São Paulo. Como na realidade são utilizados esses livros nos cursos? O professor em geral se restringe ao livro ou ao contrario possui um discurso meta matemático passível de se tornar alavanca meta para melhor compreensão da noção de base de um espaço vetorial? Os livros didáticos de Álgebra Linear, escritos na última década contêm mais sugestões de possíveis alavancas meta?

Bibliografia

BOLDRINI, J. L. Álgebra Linear. 3ª edição ampliada e revista, São Paulo: Editora Harper, 1984.

CALLIOLI, C. A. et al. Álgebra Linear e aplicações. 6 edição revisada, São Paulo: Atual, 1990.

DORIER, J. L. et al. L'enseignement de l'algèbre linéaire em question. La Pensée Sauvage. Editions. 1997.

GONZÁLEZ, E. G. Metagognicion y tareas intelectualmente exigentes. ZETETIKÉ, Círculo de Estudo, Memória e Pesquisa em Educação Matemática da Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, vol.6, n.9, p. 59-87, Jul./Dez. de 1998.

HOFFMAN, K. e KUNZE, R. Álgebra Linear. 2 edição, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979.

MATINS, J. A Pesquisa qualitativa. In: FAZENDA, I. Metodologia da Pesquisa Educacional. São Paulo, SP: Cortez Editora, 1997. p. 49-58.

OTTE, M. Concepção de Historia da Matemática. BOLEMA, Universidade Estadual Paulista, Julio de Mesquita Filho UNESP - Rio Claro, Especial, n.2, p. 104-119, 1992.

POLYA, G. A arte de Resolver Problemas. Tradução de Heitor Lisboa de Araujo. Rio de Janeiro, Interciência, 1978.

ROBERT, A. et ROBINET, J. Enonces d'Exercices de Manuels de Seconde et Representations des auteurs de Manuels. IREM, Université Paris VII, vol. 4, p. 1-40. 1993.

ROBERT, A. et ROBINET, J. Prise Compte du Meta en Didactique des Mathematiques. IREM, Université Paris VII, vol.21, p. 1-63. 1993.

RUDIO, F. V. Pesquisa descritiva e pesquisa experimental. In: _____Introdução ao Projeto de Pesquisa Científica. Petrópolis, RJ: Editora Vozes Ltda, 1978. p. 55-69.

A Modelagem Matemática e a Geometria do Táxi

Claudianny Amorim Noronha (Mestranda)
John Andrew Fossa (Orientador)
UFRN – PPGEd

1. Introdução:

Nossos estudos se direcionam para a compreensão das definições das cônicas, cujas propriedades têm considerável importância para a construção de instrumentos que facilitam a vida de um grande número de pessoas e cujas formas são vistas cotidianamente, a exemplo do jato de água lançado por uma mangueira, de uma antena parabólica, do farol de um carro ou de um foco odontológico, entre outros. Porém, ao serem abordadas nas escolas estas são vistas apenas como gráficos derivados de uma determinada função.

Neste texto, apresentaremos a descrição dos resultados parciais da pesquisa que realizamos com o objetivo de propor uma abordagem metodológica do ensino da Geometria, baseada na relação entre a Geometria do Táxi, a modelagem e o uso da intuição, pelos alunos, para construção dos conceitos de cônicas.

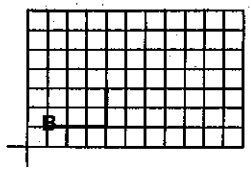
Durante a elaboração da proposta nos pareceu conveniente abordarmos alguns assuntos que nos proporcionam um trabalho interdisciplinar, como por exemplo, a importância social das disposições físicas das cidades e os benefícios que essa nos traz quando pensamos na locomoção, no comércio, *etc.*, além de ser indiscutível os benefícios que a utilização das propriedades das cônicas oferecem para o desenvolvimento tecnológico, e de seus usos em outras áreas, como por exemplo, a Geografia.

Elaboramos atividades baseadas na resolução de problemas, permitindo que o aluno levante hipóteses, teste-as, discuta com os colegas e tire suas conclusões. Estes problemas baseiam-se no que conhecemos como modelagem matemática, "conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir de alguma forma, um problema em questão ou problema de situação real" (BIEMBENGUT, 2000, p.12), ou seja, utiliza-se da representação de algo que já se conhece, mas que nem sempre é representado em sua essência e sim como uma imitação, modelo, para resolver problemas que requerem um raciocínio matemático.

A "Geometria do Táxi" (KRAUSE, 1986, p.2) ou "Geometria Urbana" (FOSSA, 2001, p.87), contribui com este trabalho ao permitir que se utilize como modelo algo que faz parte do cotidiano dos moradores das cidades, o espaço urbano, apresentado de forma simplificada de modo a imaginarmos uma cidade bem planejada, onde os quarteirões tem o mesmo tamanho e as ruas são percorridos no sentido norte-sul ou leste-oeste.

O espaço é semelhante ao das coordenadas cartesianas e permitirá que a distância entre dois pontos seja encontrado de forma diferente da métrica usual, pois reflete a realidade de uma cidade, onde estamos limitados a percorrer as ruas desta. A distância *d* ente dois pontos, $A(X_1,Y_1)$ e $B(X_2, Y_2)$, é definida na Geometria Urbana através da soma das distancias horizontais e verticais, $|dq(AB) = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$. Para isto, usamos o módulo, ou seja, o valor absoluto, das diferenças para garantir que a distância seja não-negativa. Assim, a distância horizontal x entre quaisquer dois pontos é a diferença entre os valores das coordenadas de x desses pontos. Semelhante a distância vertical y que é a diferença entre os valores de y.

Exemplo: Um carro sai do ponto A(1,1) para o ponto B(4,3). Considerando que este carro não poderá passar por cima das casas e prédios, como faremos para calcular a distância que ele percorrerá entre os dois pontos?



$$dq(A,B) = |4-1| + |3-1|$$
$$dq(A,B) = 3 + 2 = 5$$

Assim, a distância percorrida pelo carro será de 5 quarteirões.

2. A pesquisa:

Como já falamos anteriormente, elaboramos atividades baseadas na modelagem urbana, com as quais o aluno teria a oportunidade de construir o seu entendimento de cônicas a partir de sua intuição.

Estas atividades foram aplicadas com alunos de 7ª e 8ª série da escola Estadual Castro Alves (Natal-RN), as atividades foram desenvolvidas em forma de curso extra e teve total apoio das professoras que, ao terem conhecimento do conteúdo, faziam referências ao curso durante as aulas – é importante ressaltar que não participei destas aulas por motivo do curso da turma da manhã serem realizados a tarde e vice-versa estou me baseando apenas por afirmações dadas pela professora – e que também cobravam a participação dos alunos neste como forma de avaliação de seus desempenhos.

O curso foi aplicados no mês de Outubro/01, com duração de duas horas diária durante cinco dias e ocorreu fora do horário de aula, pois devido ao excesso de paralisações ocorridas durante o ano letivo, tornou-se inviável que os professores dispusessem de suas horas-aulas.

Durante a investigação não recorremos ao uso de gravador ou câmera, pois já estávamos tirando-os da rotina ao oferecer um curso fora de seus horários de freqüência na escola e o uso desses instrumentos poderia causar uma certa euforia em sala, afetando no desempenho destes durante o curso. Assim, usamos como instrumento de pesquisa, as atividades que foram apresentadas a eles, o nosso caderno de anotações e o quadro de giz.

Os nossos dados incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, as atividades resolvidas pelos alunos com seus dados e fotografias. Procuramos dar ênfase ao processo utilizado pelo aluno para chegar às suas conclusões, procurando avaliar o desempenho cognitivo destes, tentando entender como os alunos entendem e experimentam o que lhes é atribuído através da atividade. Procurando relacionar de uma forma geral as observações feitas, objetivamos contribuir para o ensino da Matemática compreendendo e descrevendo o meio utilizado pelo educando para chegar a um significado e as contribuições que isto pode trazer para a construção do conhecimento.

É importante ressaltar que, ao utilizar a Geometria Urbana, não objetivamos distanciar os alunos da Geometria euclidiana, admitida pela escola como a geometria padrão, apenas utilizamos uma métrica diferente da usual e mais condizente com a realidade do indivíduo para chegar ao conteúdo curricular e efetivar a aprendizagem.

Procuramos elaborar situações-problema que permitissem ao aluno, como sujeito epistemológico, construir seu conhecimento. Assim, recolocamos o escrito de FOSSA (2001, p.89): "O conhecimento é sempre epistemológico e, portanto, embora feito dentro de um *mileau* social, é uma construção individual e, conseqüentemente, não é possível transmiti-lo de uma forma acabada de uma pessoa para outra como comumente se supõe".

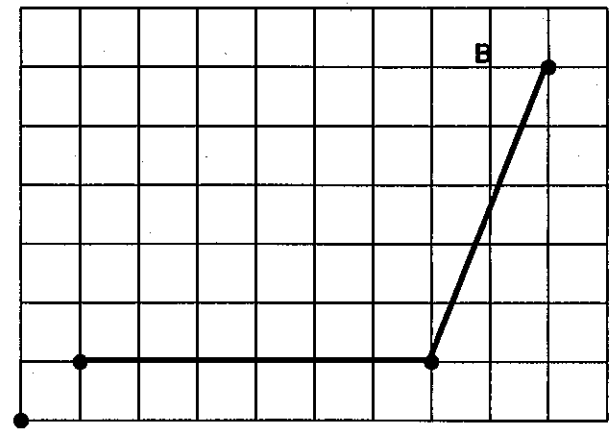
O curso para os alunos de 7ª e 8ª séries do turno matutino foi realizado no horário da tarde e para os destas séries do turno vespertino realizamos no horário noturno, utilizamos como espaço o auditório da escola, onde havia carteiras escolares como as da sala de aula e um quadro de giz.

A turma da 7ª série matutina tinha 22 alunos, desses 18 tiveram freqüência integral e na turma vespertina tinha 15 alunos, destes 13 com freqüência integral, a faixa etária destes alunos estava entre os 13 e os 16 anos, nenhum deles repetia esta série, mas todos se queixavam de dificuldades em aprender os conteúdos de Matemática e assistiam a aula para poder melhorar suas notas na disciplina.

As turmas da 8ª série matutina e vespertina tiveram apenas 4 dias de curso, pois, nesta primeira, dos 10 alunos que freqüentavam, apenas 5 tiveram freqüência assídua e na segunda, dos 8 alunos 5 tiveram 80% de freqüência nas aulas. A faixa etária dos alunos desta série estava entre os 14 e 17 anos, nenhum deles repetia esta série e os que freqüentavam regularmente o faziam com o objetivo de complementar o conteúdo dado em sala de aula para ter mais condições de realizar a prova de seleção do CEFET (Centro Federal de Educação Tecnológica) e muitas vezes ficavam após o curso para tirar algumas dúvidas do conteúdo de sala de aula.

As atividades envolviam um contexto, à exemplo da primeira que relatava a história de roubo de um supermercado, cabendo aos alunos decidirem se o sargento Gomes, personagem da história, havia decidido certo entre duas patrulhas de polícia disponíveis para ir ao local do roubo. Enviar a patrulha correta era importante, não apenas para que o sargento fizesse um bom serviço, mas também para demonstrar a seu filho, que odeia Matemática, a utilidade desta disciplina.

No início da atividade muitos alunos, tanto da 7ª quanto da 8ª série, tiveram dificuldades em assimilar o mapa descrito na história (fig. 1) como um mapa urbano com ruas e prédios.



Sendo:
A, B- Carros de patrulha;
S- Supermercado preço Sorridente.
G- Estação de polícia, onde Gomes trabalha.

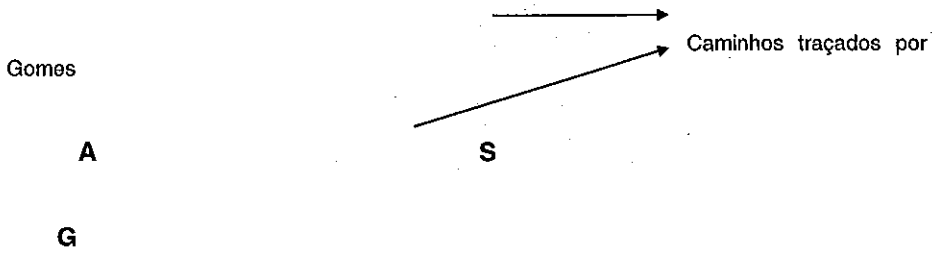


Fig. 1 – Mapa da 1ª atividade.

Os alunos afirmaram que o carro B chegaria mais rápido, pois levaram em consideração a medição dos dois caminhos que eles fizeram com a régua.

Assim, ao responderem a questão todos os grupos responderam que a solução dada pelo sargento era correta, assim não houve outra solução se não a de Gomes. Então precisei lembrá-los de que estavam lhe dando com um mapa urbano da área de atuação de Gomes na cidade e pedi que pensassem mais um pouco sobre a situação e tentasse se colocar no lugar de Gomes, a grande maioria quis desistir de achar outra solução, alguns diziam que Gomes estava errado, mas não apresentavam outra solução, dizendo apenas por acharem que era a resposta que eu queria escutar por insistir tanto que eles refletissem sobre a questão e começaram a ficar aflitos para que eu lhes desse a resposta.

Sem alternativa e sem querer dizer a eles o que fazer para não descaracterizar o trabalho e repetir o que parecia fazer parte da realidade de sala de aula, resolvemos dar algumas pistas, lembrando-os que o mapa se tratava do de uma cidade, pedimos que analisassem se o caminho escolhido por Gomes seria possível.

Os alunos refizeram as medições e encontraram o caminho que percorreria a patrulha A como o mais curto e o que deveria ser escolhido por Gomes. Se estes alunos tivessem usado devidamente a noção que possuem de espaço urbano, logo perceberiam que Gomes estaria errado, já que seria inviável que os carros passassem por cima dos quarteirões, mas talvez por não estarem muito acostumados com questões que lhes fizessem refletir da forma como eles precisaram, buscando experiências que já possuíam, tornou-se bem mais difícil resolver a questão.

Depois de ter encontrado as respostas das questões acima explicamos a eles o que era um plano cartesiano. Citamos porque e em que o plano cartesiano é útil no dia-a-dia, assim eles entenderam porque Gomes idealizou o mapa da forma vista, isso nos deu o "gancho" para a introdução dos termos *Geometria euclidiana* e *Geometria Urbana*, dando ênfase às noções de distância das duas métricas (não trabalhamos com fórmulas), ressaltando que a que é vista regularmente no conteúdo de sala de aula é a primeira, mas que por estar relacionado com as experiências vividas por eles no espaço urbano nós utilizaríamos a segunda geometria para que eles pudessem, mais facilmente, conhecer alguns dos conteúdos da primeira.

É importante ressaltar que as atividades obedeciam a uma seqüência, da qual uma dava subsídios para a resolução da próxima, possibilitando que os alunos criassem seus esquemas para um melhor entendimento.

As questões 04 e 05 são caracterizadas, principalmente, pela identificação das distâncias entre dois pontos através da contagem dos quarteirões. Além de trabalhar a noção de distância, podemos, com estas atividades revisar as operações com frações e números decimais.

No caso da 8ª série estas questões possibilitam ainda, trabalhar a localização de pontos no plano cartesiano, assim o professor(a) poderá pedir que os alunos indiquem a localização de cada ponto através de suas coordenadas no plano.

No decorrer destas atividades muitos alunos começaram medindo as distâncias através da régua, então precisei lembra-los que estávamos usando a Geometria Urbana e que eles deveriam buscar a distância entre os pontos solicitados na questão como se fosse o mapa utilizado por Gomes nas questões anteriores.

Com a turma de 8ª série além de trabalhar as distâncias adequamos o quadro para trabalhar as coordenadas dos pontos no plano cartesiano, assim, além de informar a distância entre os pontos solicitados nas duas questões, pedimos que os alunos desta série nos indicassem as coordenadas desses pontos. Para isso acrescentamos em cada uma das questões mais um ponto que seria a origem do plano. Não apresentamos a atividade com a origem já acrescentada para a 8ª série, porque ainda não tínhamos pensado em trabalhar as coordenadas até que no decorrer da aula percebemos o interesse dos alunos e que, apesar destes estarem quase no final do ano letivo ainda não tinham visto o assunto.

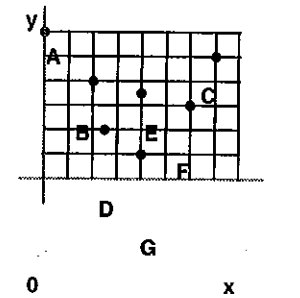
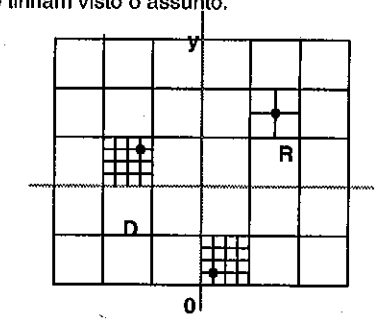


Fig.2 – Mostra a origem do plano acrescentada no decorrer da aula



C

x

Fig.3 – Mostra alteração na origem do plano, na atividade 05

Na atividade 04, como podemos observar no quadro da atividade (fig. 2) as coordenadas de todos os pontos eram positivas, enquanto que na atividade 05, considerando

que os alunos já trabalham em sala-de-aula com operações com números negativo estabelecemos no quadro (fig.3), a origem num ponto em que houvesse um certo equilíbrio em relação a isso.

Durante a resolução do objetivo principal tanto da atividade 04 quanto da atividade 05, que era encontrar a distância urbana entre os pontos, percebeu-se a grande dificuldade que os alunos das duas séries tinham em contar os meios de caminhos que precisavam de um conhecimento de operações com frações ou com números decimais.

Para garantir um melhor entendimento da atividade precisamos fazer uma revisão sobre o assunto que incluiu conhecer as partes fracionárias de um inteiro, a conversão destas partes em números decimais e as operações de adição e subtração com estes números. Portanto, para desenvolver as atividades de 01 a 05, necessitamos de dois dias do curso e, ainda, de meia hora a mais nestes dias.

Nas atividades de 06 a 09 os alunos tiveram a oportunidade de conhecer a circunferência urbana e, considerando que esta circunferência tem a mesma definição da euclidiana, pudemos trabalhar a primeira dando referências a segunda e, além disso, trabalhar também as definições de raio, diâmetro e perímetro. Aproveitamos ainda, para trabalhar a definição de losango e quadrado, nome dados pelos alunos para a figura encontrada (fig.4) na atividade, pois muitos não levaram em conta o método que utilizaram para encontrar a figura e a relação deste com a definição de circunferência, vista por eles através da pesquisa feita em sala, ou até mesmo por não aceitar uma outra forma para a circunferência se não a redonda, confundem a circunferência urbana com estas figuras.

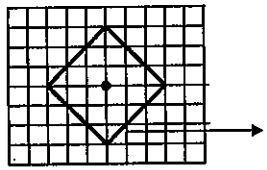


Figura encontrada pelos alunos.

O

Fig. 4 – Nesta atividade os alunos teriam que encontrar todos os pontos com distância de 3 unidades do centro **O**.

Os alunos de ambas as séries, encontravam-se no mesmo nível de dificuldade. Foram várias as barreiras encontradas para resolução das atividades de forma geral, entre elas, estava a dificuldade de interpretação, de reflexão, em fim, de uso do raciocínio, foi preciso muita conversa para que não os deixasse desistir, durante esta tarefa, me aproximei muito da turma a ponto de ser deixada em casa depois da aula, já que minha casa, aí eu uso a noção de distância da Geometria em questão, situava-se a 4 quarteirões da escola. A outra foi que os alunos tinham estudado muito pouco de geometria e nada sobre circunferência neste ano letivo, tentando buscar, por exemplo, o entendimento que os alunos tinham sobre raio ou diâmetro não obtive qualquer retorno.

Durante a resolução das atividades estava sempre caminhando entre os grupos, participando de suas discussões para resolução do problema, conversando com os componentes e, assim, fazendo de forma informal minha entrevista e nestas ocasiões eles

sempre conversavam muito sobre o dia-a-dia de sala de aula, sobre o que faziam quando não estavam na escola e, principalmente, sobre a preocupação com as notas da disciplina.

Após encontrarem as figuras, os grupos trocavam idéias e eles mesmos avaliavam a proposta de cada grupo. Em seguida, o trabalho passava a ser de pesquisa, os grupos relacionavam o método que utilizaram para encontrar a figura e a definição destas nos livros didáticos, fazendo comparações entre estes e a forma. Depois víamos os métodos de desenho destas figuras na forma euclidiana e em fim fazíamos a relação destas com alguns instrumentos do dia-a-dia, ressaltando a utilidade destas figuras (nos telescópios, nas órbitas dos planetas, na construção de pontes, nas antenas de transmissão de imagens e sons e *etc*), os exemplos dados impressionavam muito os alunos, em especial os meninos que pretendiam fazer cursos técnicos ao passarem para o nível médio. O mesmo procedimento foi utilizado nas outras questões, onde foram trabalhados os conceitos de elipse, hipérbole e parábola.

Observamos que a proposta proporciona ao professor não apenas trabalhar a construção das definições das cônicas, como objetivamos, mas no decorrer do curso vimos a oportunidade de trabalhar outros conteúdos, como o de frações, ou confirmar os nossos objetivos de trabalhar a importância das disposições e organizações das cidades, ou da importância que os estudos dessas figuras têm para outras disciplinas, ou, infelizmente, confirmar o descaso com o qual a geometria ainda tem sido tratada na escolas, que continuam trabalhando o conteúdo destas no final do ano, ou não trabalhando.

Bibliografia:

BIEMBENGUT, M. S. e HEIN, N. Modelagem matemática no ensino. São Paulo: Contexto, 2000.

FOSSA, J. A. "A Geometria Urbana como um Recurso Didático". In John A. Fossa. Ensaios sobre a Educação Matemática. Belém, Pa: EDUEPA, 2001.

FOSSA, J. A. Geometria Urbana. No prelo.

KRAUSE, E. F. Taxicab Geometry: an adventure in Non – Euclidean Geometry. New York: Cover Publications, 1986.

O Ensino da Análise Combinatória no Ensino Fundamental e o Papel do Professor.

Autor: Claudinei Aparecido da Costa.
Orientadora: Profª. Dra. Cileda Queiroz e Silva Coutinho.
Instituição: PUC-SP.

Justificativa

Depois de oito anos exercendo a profissão de professor de Matemática, nos diversos níveis de ensino (fundamental médio e superior) e após a realização de diversos cursos de atualização e extensão na USP, encontrava-me cursando o segundo semestre do mestrado em Educação Matemática na PUC-SP, e paralelamente continuava lecionando para o ensino superior e também para o ensino fundamental na rede pública de ensino do município de São Paulo. Durante conversa com outros professores de matemática, na escola municipal em que lecionava, discutíamos a possibilidade do ensino da combinatória no Ensino Fundamental no período noturno, estes professores colegas de trabalho descordavam do meu ponto de vista que aqui se resume em estar convicto quanto ao seu ensino em todos os ciclos do ensino fundamental. Ensinar um conteúdo tão "complicado", aos alunos do supletivo do ensino fundamental foi considerado um "absurdo", julgado pelos professores como adequado somente ao Ensino Médio. Esta discussão, os cursos de atualização e extensão e ainda minha convicção, me motivou a desenvolver um projeto de pesquisa que envolvesse particularmente o ensino da combinatória e a formação continuada de professores.

No desenvolvimento deste projeto de mestrado pretendemos diagnosticar as representações construídas com o uso do raciocínio combinatório por processo de modelização no Ensino Fundamental. Um exemplo de modelização a partir de um problema prático são os problemas sobre possibilidades (determinação do número de placas de automóveis, quantidade de telefones que podem ser instalados em uma cidade, etc) que podem ser resolvidos através do princípio multiplicativo, nos ajudando assim a fazer predições. Segundo Henry (1997) *"Um modelo é uma interpretação abstrata, simplificada e idealizada de um objeto do mundo real, de um sistema de relações ou de um processo evolutivo que surge de uma descrição da realidade"* .A Combinatória é uma ferramenta de cálculo importantíssima para o estudo da probabilidade e ainda se constitui num componente essencial da matemática discreta. Citando Piaget e Inhelder (1951) *"se o sujeito não desenvolver a capacidade combinatória, não será capaz de usar a idéia de probabilidade , salvo em casos de experimentos aleatórios muito elementares"*. Portanto acreditamos que uma antecipação do seu ensino na educação básica favorecerá positivamente sua compreensão e abrirá caminho para uma formalização progressiva no ensino médio e ensino superior

Também é de nosso conhecimento através da análise de livros didáticos que o ensino tradicional da análise combinatória no Ensino Médio preconiza o desenvolvimento de fórmulas, para o cálculo de arranjos, combinações, permutações, etc. O que talvez favorecerá que muitos professores desistam de ensinar técnicas de contagem no ensino fundamental perdendo assim uma excelente oportunidade para trabalhar diferentes procedimentos na resolução de problemas de contagem de forma integrada com outras áreas da matemática, e também com outras áreas do conhecimento, ou seja, serem trabalhadas as intraconexões e as interconexões como sugerem os PCN de Matemática. Os parâmetros curriculares nacionais

elaborados e publicados pela SEF/MEC (PCN 1998) justifica o ensino da combinatória pontuando como objetivo " *levar o aluno a lidar com situações que envolvam diferentes tipos de agrupamentos que possibilitem o desenvolvimento do raciocínio combinatório e a compreensão do princípio multiplicativo para sua aplicação no cálculo de probabilidades".*

Existem poucas pesquisas em educação matemática particularmente em Estatística, probabilidade e Análise Combinatória no ensino básico o que é mais uma motivação para este trabalho. No Brasil, dentre as mais recentes destacamos a dissertação de mestrado de Esteves (2001) cujo enfoque centrou-se na aquisição e desenvolvimento dos primeiros conceitos da análise combinatória nos adolescentes da oitava série do ensino fundamental.

Como não encontramos pesquisas que abordassem o raciocínio combinatório e a formação de professores simultaneamente, então podemos considerar este fator como de extrema relevância, para as pesquisas em Educação Matemática. Temos que relevar ainda que fatores pessoais, sociais e profissionais influenciaram no direcionamento deste projeto que no momento encontra-se em desenvolvimento

2) Problema da Pesquisa.

No desenvolvimento deste projeto procuraremos compreender o que o professor pensa sobre o desenvolvimento do raciocínio combinatório no ensino fundamental, suas representações, sua prática confrontada com as orientações didáticas dos PCN, suas crenças, suas experiências e seus saberes. Assim pretendemos estar contribuindo para o desenvolvimento profissional dos professores e ainda mantendo unidas duas grandes paixões, o ensino de combinatória e a formação de professores. A partir deste contexto formulamos a seguinte questão de pesquisa.

"Quais competências são necessárias para o trabalho com a raciocínio combinatório (problemas de contagem) no ensino fundamental? Como este professor em formação continuada incorpora a modelização como processo de resolução de problemas?(ensino pela modellização)". Ressaltamos que a questão formulada acima é nosso ponto de partida o que não significa que ela seja futuramente modificada e ou adaptada em função da futura coleta e análise de dados. No entanto, a estrutura desta pesquisa se organiza ao redor destas idéias.

3) Referêncial Teórico

Atualmente, existem vários pesquisadores que vêm investigando a formação inicial e continuada de professores. Esta em desenvolvimento na PUC-SP o projeto "Estudo de fenômenos de ensino-aprendizagem de noções geométricas" com patrocínio da FAPESP cujo foco de investigação são os fatores, bem como as alternativas, que influenciam no ensino e na aprendizagem das noções geométricas nos terceiros e quartos ciclos do ensino fundamental. Numa leitura preliminar deste projeto de pesquisa percebemos algumas semelhanças com o que queremos investigar *"Quais competências são necessárias para o trabalho com a raciocínio combinatório (problemas de contagem) no ensino fundamental? Como este professor em formação continuada incorpora a modelização como processo de resolução de problemas?(ensino pela modelização).* Inicialmente nos preocuparemos em analisar como o professor percebe a transposição didática feita na Análise Combinatória para o ensino fundamental, e em seguida analisaremos suas representações. Paralelamente estaremos

interessados em analisar e discutir suas representações e concepções.. Utilizaremos em princípio as idéias teóricas de transposição didática de Chevallard e as representações de Duval.

4) Metodologia

Pretendemos aplicar questionários e testes de conhecimentos específicos para os professores responderem e analisarem individualmente.

Inicialmente, informaremos aos professores sujeitos desta pesquisa que estamos desenvolvendo uma pesquisa de Mestrado em Educação Matemática que busca estudar problemas relativos ao desenvolvimento do raciocínio combinatório no ensino fundamental, como sugerem os PCN de Matemática, e em seguida pedimos a sua colaboração no preenchimento do questionário, ressaltando que sua participação será muito importante para nós. Logo após este esclarecimento que achamos importante e ético, é que entregaremos os questionários para serem respondidos voluntariamente sem obrigação de se identificar.

A seguir, descreveremos em linhas gerais nosso objetivo quanto a aplicação do questionário. No questionário estamos interessados, em linhas gerais, caracterizar os professores sujeitos de nossa pesquisa, quanto a sua experiência profissional, regime de trabalho, formação, etc. Acreditamos que estas informações nos ajudarão a compreender um pouco mais a vida do professor, sujeito de nossa pesquisa. Nas questões, sobre a prática profissional estaremos interessados em analisar como é a relação deste professor com o currículo oficial e as novas tecnologias e finalmente sua visão sobre o ensino da combinatória através da modelização no ensino fundamental.

A próxima etapa desta pesquisa se preocupará com a análise dos dados obtidos e já está em andamento. A seguir, em função dos dados obtidos que serão posteriormente analisados, estão previstas as seguintes etapas:

- entrevistas com os professores voluntários
- leituras sobre o quadro teórico utilizando para justificar nossas análises.
- elaboração do relatório de pesquisa.

Bibliografia Inicial

[1]BATANERO, C.et al. Estratégias en la resulución de Problemas Combinatórios por Estudiantes com Preparación Matemática Avançada. Epsilon(36), 433-446, 1997. Disponível em: <http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/Combinatória.htm> Acesso em 16 novembro 2001.

[2]BRASIL, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). (3° e 4° ciclos do Ensino Fundamental). Brasília, SEF/MEC, 1997.

[3]COUTINHO, C.Q.S (2001) " Introduction aux situations aléatoires dès le Collège: de la modélisation à la simulation d'expériences de Bernoulli dans l'environnement informatique Cabri-géomètre II", Université Joseph Fourier, Grenoble I, França, 2001.

[4]ESTEVES, I. Investigando os fatores que influenciam o raciocínio combinatório em adolescentes de 14 anos – 8ª série do ensino fundamental. São Paulo, 2000, 194 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Centro das Ciências Exatas e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

[5]LOPES, Celi A.E. A Probabilidade e a Estatística no currículo de Matemática do Ensino Fundamental Brasileiro. Atas da Conferência Internacional "Experiências e Expectativas do Ensino de Estatística – Desafios para o século XXI". Florianópolis, Santa Catarina, Brasil – 20 a 23 setembro de 1999. Disponível em http://www.inf.ufsc.br/cee/pasta5/art1p5.html . Acesso em 24 setembro 2001.

Tecnologia, Argumentação e Cognição Matemática: Uma análise da produção para derivada de uma função real

Claudio Dall'Anese
Orientadora: Janete Bolite Frant
PUC – SP

Na edição IV do EBRAPEM, apresentei um trabalho referente a minha dissertação de mestrado, que relata o desempenho de alunos ao desenvolverem atividades distribuídas em fichas, contendo questões investigativas. O foco dessa pesquisa de mestrado foi a abordagem do conceito de derivada a partir da noção de variação e a prática pedagógica adotada é a do trabalho dos alunos em duplas, utilizando papel, lápis, calculadora e, em alguns momentos, recursos do computador, visando o ensino desse conceito.

O trabalho que agora apresento continua relacionado a derivada de uma função real, no entanto o enfoque agora é na aprendizagem. É um esboço inicial de um projeto que está preocupado com a produção de significados dos alunos para a derivada.

O quadro teórico engloba a visão de conhecimento e de produção de significados de acordo com o Modelo Teórico dos Campos Semânticos, de Romulo Campos Lins, integraremos ainda a visão da tecnologia como uma prótese que oferece ao aluno a oportunidade de lidar com um novo texto (Frant, 2002).

Desta forma, as atividades constarão de textos diferentes sobre a construção da tangente a uma curva. Trata-se de um estudo de caso onde os alunos serão filmados enquanto trabalham nas atividades, entrevistas e questionários serão realizados, o material escrito será recolhido e a análise será realizada de acordo com o Modelo da Estratégia Argumentativa (Frant e Rabello, 2000; 2002). Esperamos contribuir com esse trabalho para um olhar sobre este tópico do Cálculo Diferencial Integral de dois modos, um teórico que levanta e discute a produção de significados para derivada e um prático que informe professores sobre uma possível transformação na sala de aula e no currículo.

Neste momento, estamos em fase inicial de revisão bibliográfica no sentido investigar como tem sido olhada a questão do ensino do Cálculo e, mais especificamente, de assuntos correlatos ao conceito de Derivada. Inicialmente, procuramos material bibliográfico em teses e dissertações e também em recentes anais de encontros de Educação Matemática: VI ENEM (código COn), V EBRAPEM (código Em), teses e dissertações (código Tn). O resultado desse primeiro levantamento está apresentado na tabela a seguir, que vai permitir contextualizar pontos de discordância ou lacunas existentes nos trabalhos existentes na área.

Código	Objetivo/Resultado	Conteúdo Matemático	Proposta Didática	Quadro Teórico
CO 212 PUC-SP	Contribuição do ambiente informático	Funções Associadas	Ambiente Informático, seqüência didática	Registro das Representações de Duval
CO 192 UNESP-RC	Relatar estudo de descrédito dos alunos/ falta de integração de departamentos	Limite, Derivada e Integral	Trabalho onde alunos buscam fenômenos geológicos	Método lógico da pesquisa qualitativa
CO 195 UNESP-RC	Proposta de reformulação do curso de Cálculo na área de Arquitetura	Aplicações da Derivada e Integral	Uso de Tecnologia	Construtivismo , desenvolvimento curricular com uso de informática
CO 191 UNESP-RC	Pesquisa voltada para o processo de aprendizagem/ Identificação de campos semânticos	Pensamento Diferencial	(?)	Modelo Teórico dos Campos Semânticos
CO 225 IE Univ. Londres	Avaliar a compreensão do TFC	Definições e Teoremas	Questionário contendo questões abertas e fechadas para justificação	Aplicações de questionários e entrevistas
CO 189 PUC-SP	Identificar concepções dos alunos sobre reta tangente e de limite/predomínio de técnicas e	Limite de Função	Seqüência didática com questões abertas e resolução de problemas	Piaget (equilibração), Vergnaud (campos conceituais), etc.
CO 036 UNESP-RC	Análise de discurso de autores de livros didáticos	Regra de L'Hospital		Teorização da DDM - Chevallard
CO 190 UERJ	Compreensão do T.V.M.	Derivada	Motivação de visualização de conceitos, traçado de tangentes e secantes	Idéias de Marsha Huruwitz (Houston)
E1 PUC-SP	Aprendizagem significativa do conceito de função	Conceito de Função	Seqüência didática, Cabri Géomètre	Registros e Representações (Duval)
E2 PUC-SP	Analise de aquisição/construção da noção de TMV	Taxa Média de variação	Exploração de problemas	Teoria das situações didáticas (Brousseau)

E3 UNESP-RC	Quais as concepções infinitesimais dos alunos	Conceito de infinitesimal	Questionamentos e justificativas	Obstáculos epistemológicos (Bachelard), Concepções espontâneas (Cornu)
T1	Compreender processos de pensamento matemático/ repensar ensino a partir de visão de conhecimento como rede de significados que desafia a visão cartesiana	Conceito de derivada	Conjunção tecnologia-Educação Matemática	Reorganização (Tikhomirov), Ecologia cognitiva e coletivo pensante (Lévy)
T2	Produção de significados	Derivada/Taxa de variação	(?)	Modelo Teórico dos Campos Semânticos

Esta revisão continua e será apresentada mais completa, incluindo trabalhos desenvolvidos no âmbito internacional, na ocasião do VI EBRAPEM.

Uma análise da tabela nos permite observar que, quando a fundamentação teórica é o Modelo Teórico dos Campos Semânticos, ao invés do foco da pesquisa ser a existência de uma proposta didática, ele está em compreender os diferentes campos de produção de significados. Aqui está a originalidade de nossa pesquisa: identificar os diferentes campos de produção de significados para a derivada enquanto inclinação da tangente a partir de atividades que utilizam a tecnologia para provocar novos textos.

A participação neste evento busca uma discussão sobre esta revisão da bibliografia relevante e contribuições que certamente virão do debate.

Bibliografia

[CO 189] ALMOULOUD, S. Ag e MANRIQUE, A. L. Uma seqüência didática para o conceito de limite de função *in* Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática. São Leopoldo, 1998. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS.

[CO 036] ANGELO, C. L. A Regra de L'Hospital no Habitat Livro-Texto: uma análise do discurso de alguns autores *in* Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática. São Leopoldo, 1998. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS.

[CO 195] BRUMATTI. R.N.M. O Computador no Cálculo voltado às Expectativas profissionais do futuro Arquiteto *in* Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática. São Leopoldo, 1998. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS.

[T2] CASSOL, A. Produção de significados para a derivada: Taxa de Variação. Rio Claro, 1997. Dissertação (Mestrado em Ensino e Aprendizagem da Matemática e seus Fundamentos Filosófico-científicos) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP-RC.

[CO 192] CATAPANI, E.C. Ensino de Cálculo Diferencial e Integral para o Curso de Geologia *in* Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática. São Leopoldo, 1998. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS.

DALL'ANESE, C. Conceito de derivada: uma proposta para seu ensino e aprendizagem. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, PUC – SP.

DALL'ANESE, C. Conceito de derivada: uma proposta para seu ensino e aprendizagem *in* Anais do IV Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. Rio Claro: UNESP – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2000.

[CO 212] MANRIQUE, A.L. et al. Ensino de Cálculo: Uma Análise de Resultados Obtidos com o Uso do Software Imagiciel *in* Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática. São Leopoldo, 1998. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS.

[E3] MILANI, R. e BALDINO, R. R. Concepções infinitesimais em um curso de Cálculo *in* Anais do V Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. São Paulo, 2001. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. PUC-SP.

[E1] PELHO, E.B e SILVA, B. A. A importância das variáveis no estudo de funções e o Cabri Gémètre como uma das ferramentas de Ensino *in* Anais do V Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. São Paulo, 2001. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. PUC-SP.

[CO 190] PINTO, L. M. S. Visualização da prova do T.V.M. para Derivadas *in* Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática. São Leopoldo, 1998. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS.

[CO 191] SAD, L. A. Pensamento Diferencial e Integral: Constituição de Significados *in* Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática. São Leopoldo, 1998. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS.

[E2] SILVEIRA, E. C. e CAMPOS, T. M. M. Uma seqüência didática para aquisição/construção da noção de taxa de variação média de uma função *in* Anais do V Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. São Paulo, 2001. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. PUC-SP.

[CO 225] VIANNA, C. C. S. Definições e Teoremas no Curso de Cálculo I *in* Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática. São Leopoldo, 1998. Universidade do Vale do Rio dos Sinos – RS.

[T1] VILLARREAL, M. E. O pensamento matemático de estudantes universitários de Cálculo e tecnologia Informáticas. Rio Claro, 1999. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP-RC.

Um Estudo Sobre as Representações da Matemática e da Matemática Escolar em Materiais Pedagógicos

Cláudio José De Oliveira
Profª Drª Gelsa Knijnik
Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS
Universidade de Santa Cruz do Sul-UNISC

Tema/Justificativa

O texto "Um Estudo sobre as Representações da Matemática e a Matemática Escolar em materiais pedagógicos" trata de algumas reflexões a partir do projeto de pesquisa que esta sendo desenvolvido por mim junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação-Doutorado, na Universidade do Vale do Rio dos Sinos-UNISINOS. No projeto pretendo descrever e analisar como a Matemática e a Matemática escolar estão representadas em materiais pedagógicos que são utilizados por docentes da Educação Básica, buscando compreender seus efeitos na constituição de um modo particular de ser professor/a de Matemática. Examinarei esta temática entrelaçando as teorizações da área da Etnomatemática com aquelas vindas do campo dos Estudos Culturais.

Ao desenvolver as minhas atividades docentes com grupos de alunas (e raros alunos) do Curso de Pedagogia de duas instituições de ensino superior, tenho observado que uma parte significativa das estudantes faz uso de livros, revistas, vídeos e sítios para o planejamento das suas atividades discentes e, quando já atuam como professoras, em suas aulas. Na discussão sobre o uso destes materiais pedagógicos observo diferentes e conflitantes narrativas sobre como o conhecimento matemático que está ali representado. Constato que as alunas não problematizam as representações do conhecimento matemático presentes nos materiais, o que ajuda na reprodução de uma visão de conhecimento matemático ainda marcado pela neutralidade, assepsia, formalismo e distanciamento do mundo vivido pelas pessoas, no qual ensinar Matemática significa a utilização de regras e demonstrações, com o único objetivo de decorar fórmulas e teoremas. Este entendimento sugere uma concepção de Educação Matemática que não leva em consideração a complexidade, a pluralidade, o movimento permanente do contexto sociocultural.

Os materiais pedagógicos, em especial as revistas pedagógicas de grande circulação, como a Revista Nova Escola, enquanto instrumentos dos meios de comunicação de massa são espaços privilegiados para "ensinar" e "aprender" Matemática de um modo muito particular, contribuindo, assim, na formação de um tipo de professora e de um conhecimento voltado a uma Matemática da ordem, dos esquemas, da lei e da previsibilidade.

Referencial Teórico

A Matemática é uma das disciplinas que mais se caracteriza por sua universalidade, isto é, com pequenas variantes, tem estado presente nos processos de escolarização em todo o mundo, desenvolvendo um conjunto de conhecimentos uniformizados. Para D'Ambrosio (1993, p.9) a importância da Matemática firmou-se no sistema escolar em função do avanço da ciência moderna e da tecnologia, principalmente a partir do século XVIII, ganhando espaço na

Educação. Uma das vertentes da Educação Matemática que vem tematizando estas questões é a Etnomatemática.

A Etnomatemática é um campo de estudos relativamente novo. O professor brasileiro Ubiratan D'Ambrosio foi o primeiro a utilizar o termo na década de setenta. O "Programa etnomatemático" vem de Lakatos e surge como alternativa para uma ação pedagógica, colocando-se como uma compreensão da história do conhecimento científico de países periféricos. Para D'Ambrosio (Ibidem, p.6), este programa:

> *propõe um enfoque epistemológico alternativo associado a uma historiografia mais ampla. Parte da realidade e chega, de maneira natural e através de um enfoque cognitivo com forte fundamentação cultural, à ação pedagógica.*

Para Gelsa Knijnik a concepção de Etnomatemática proposta por D'Ambrosio permite considerar, também:

> *(...) como formas de Etnomatemática a Matemática praticada por categorias profissionais específicas, em particular pelos matemáticos, a Matemática escolar, a Matemática presente nas brincadeiras infantis e a Matemática praticada pelas mulheres e homens para atender às suas necessidades de sobrevivência (Knijnik, 1996, p.74).*

Portanto, a Matemática acadêmica também é vista como uma Etnomatemática, só que ela deixa de ser a Matemática para ser mais uma Matemática. Nesta vertente aparece a preocupação com o fracasso escolar, exclusão produzida pela escola via ensino de Matemática, e com as contribuições da Educação Matemática para movimentos sociais emancipatórios.

Para Knijnik (2000a) a abordagem etnomatemática tem estreita conexão com o campo dos Estudos Culturais pelo caráter de intervenção cultural e política. Tanto para a Etnomatemática como para os Estudos Culturais uma questão central é a noção de cultura. Assim como a posição proposta por Knijnik (Ibidem, p.16) para a Etnomatemática, também para os Estudos Culturais esta noção tem passado por um processo de transformação. Como diz Tomaz Tadeu da Silva (1999a, p.133):

> *Os Estudos Culturais concebem a cultura como campo de luta em torno da significação social. A cultura é um campo de produção de significados no qual os diferentes grupos sociais, situados em posições diferenciais de poder, lutam pela imposição de seus significados à sociedade mais ampla. A cultura é, nessa concepção, um campo contestado de significação. (...) A cultura é um campo onde se define não apenas a forma que o mundo deve ter, mas também a forma como as pessoas e os grupos devem ser. A cultura é um jogo de poder.*

Examinar a Matemática e a Matemática escolar a partir de sua dimensão cultural, entendendo cultura no sentido dado por autores como Silva e Knijnik, é o desafio que me proponho a enfrentar na concretização da pesquisa esboçada neste projeto. Para poder atingir a esta meta,

considero que o campo dos Estudos Culturais poderá ser uma fértil área de estudo e fonte de teorizações.

O campo dos Estudos Culturais tem suas origens na Inglaterra, na segunda metade do século XX, a partir dos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores do Centre for Contemporary Cultural Studies (CCCS) da Universidade de Birminghan, hoje sendo bastante utilizados nas produções acadêmicas nacionais e internacionais. Sua marca tem sido a centralidade da cultura tomada não em uma perspectiva estética ou humanística, mas política. Este posicionamento teórico, tem contribuído na discussão de questões da educação, neste sentido, caracterizando-se por ser um amplo espaço pós-disciplinar de investigação e reflexão. Para o campo dos Estudos Culturais, as abordagens de questões da Educação na contemporaneidade precisam contemplar o horizonte mais amplo da diversidade cultural, da multiplicidade de relações sociais e de ordens discursivas que produzem o que entendemos como "realidade educacional".

Como uma área de pesquisa relativamente recente, abrange um variado conjunto de enfoques. Cary Nelson (1995), em "Estudos Culturais: uma introdução" discute as tendências de pesquisas no campo dos Estudos Culturais. Segundo o autor, os Estudos Culturais tem como proposta abranger análises sobre as artes, crenças e instituições de uma sociedade. Nelson destaca a dupla articulação da cultura nos Estudos Culturais, onde ela é simultaneamente o terreno sobre o qual a análise se dá, o objeto de estudo e o local de crítica e intervenção política. A cultura para os Estudos Culturais é entendida tanto como uma forma de vida – compreendendo idéias, atitudes, linguagens, práticas, instituições e estrutura de poder – quanto toda uma gama de práticas culturais: formas, textos, cânones, arquitetura, mercadorias em massa, etc. Ao definir o campo dos Estudos Culturais, Nelson (Ibidem, p. 13), destaca a importância da proposta interdisciplinar, transdisciplinar e algumas vezes contra-disciplinar neste campo de pesquisa. O autor aborda que a ciência, limitada por um olhar disciplinar, tende a privilegiar a construção de um conhecimento objetivo e a destacar a unidade de seu método. Neste sentido a ciência na ótica disciplinar, reduz parte de uma realidade às suas próprias unidades elementares e às suas leis gerais, não permitindo um grau de abertura e versatilidade teórica.

A interdisciplinaridade dos Estudos Culturais visa romper com as análises exclusivamente disciplinares por sua proposta do fazer pensar e do repensar as diferentes formulações das áreas de conhecimento. Por um lado, a proposta transdisciplinar dos Estudos Culturais permite atravessar os diferentes domínios científicos identificando que a produção do conhecimento sob a ótica disciplinar depende das condições, possibilidades e limites de seu próprio conhecimento em uma determinada realidade sociocultural. Por outro, nos ajuda a identificar que a produção de conhecimento de uma determinada disciplina não é puro reflexo da realidade, mas, uma produção cultural, intelectual cujo desenvolvimento depende da sociedade e das técnicas de observação e experimentação produzidas por essa mesma sociedade em um determinado contexto. A transdiciplinariedade sugere deste modo a comunicação com as diferentes ciências com o objetivo de identificar que não há um princípio unitário e único de conhecimento e sim a de um conhecimento multidimensional que somente pode ser identificado levando-se em consideração a complexidade das diferentes produções de conhecimento.

Nelson (Ibidem, p.10), destaca que as dimensões teóricas e metodológicas dos Estudos Culturais não se apresentam definidas em um a-priori, pois a escolha da prática de pesquisa é pragmática, estratégica e autoreflexiva, ou seja, a escolha depende das questões que são

feitas e as questões dependem de seu contexto. Assim, as questões de pesquisa formuladas neste campo estão sempre "construindo-se e reconstruindo-se em resposta a novos desafios, rearticulando-se às novas situações, descartando velhos pressupostos e apropriando-se de novas situações" (Ibidem, p. 25).

Henry Giroux (1995, p.86), no texto "Praticando Estudos Culturais nas Faculdades de Educação", seguindo a abordagem do campo dos Estudos Culturais discute a possibilidade do educador pensar a teoria e a prática educacional de sala de aula. Segundo o mesmo autor é necessário destacar a presença das relações de poder que permeiam todos os aspectos da vida social, onde a abordagem dos Estudos Culturais é relevante, pois se preocupa com o enfoque da cultura, conhecimento e poder. Neste sentido o campo dos Estudos Culturais, quando problematiza a noção de pedagogia como uma técnica ou um conjunto de habilidades neutras e considera a pedagogia como uma prática cultural que somente pode ser compreendida através de noções de história, política e cultura, traz importante contribuição para as pesquisas na área de Educação, em especial a Educação Matemática.

Na elaboração deste projeto realizei um levantamento bibliográfico que identificou alguns trabalhos relacionados com a análise de materiais pedagógicos na perspectiva dos Estudos Culturais. Entre tais materiais, se fez presentes nas revistas pedagógicas tais como a Revista Nova Escola. Norma Marzola (2000) em "Os sentidos da Alfabetização na Revista Nova Escola", faz um estudo dos sentidos e dos significados produzidos sobre a alfabetização pela Revista Nova Escola ao longo dos anos de 1986 a 1996. A autora procura analisar o discurso sobre alfabetização da revista como constituidor dos seus significados, bem como constituidor de subjetividades de alfabetizadoras e de alfabetizadores (Ibidem, p.94). Neste sentido, a autora analisou como se dá essa produção no discurso da Revista Nova Escola, isto é, como se produzem determinados significados de ações alfabetizadoras e de determinadas subjetividades da alfabetizadora e do alfabetizador.

Cristianne Famer Rocha (2000), no artigo "Espaço escolar em revista", identifica como o espaço escolar é representado na Revista Nova Escola através de textos e de imagens publicados pela revista no período compreendido entre os anos de 1986 até 1996. A revista definida pela autora como instrumento de comunicação de massa ou de comunicação social ou simplesmente mídia que produz e reproduz discursos na sociedade, sendo um local pedagógico onde se aprende e se ensina. (Ibidem, p.128).

A autora aborda o espaço e o mobiliário escolar, analisando o como eles são descritos, definidos e representados na Revista Nova Escola. Segundo Rocha, "esses espaços realizam a fixação e permitem a circulação, marcam lugares e indicam valores, garantem a obediência dos indivíduos, mas também uma melhor economia do tempo e dos gestos" (Ibidem, p.122). A mesma autora argumenta que a revista esta presente na sociedade produzindo e fazendo circular informações e discursos. Acrescenta que verbos como "revele", "faça", "demonstre", "amplie", "use", presentes nas publicações dão as ordens e ou "dicas" de como tornar o ambiente escolar (currículo, programa, aulas, etc.) mais dinâmicos, interessantes e cheios de novidade. A autora também argumenta que a mídia tem sido um local pedagógico onde se aprende e se ensina, logo, espaço onde se constrói e se legítima identidades.

Rocha justifica a escolha deste material pedagógico para análise porque este possui uma penetração junto aos professores, por ser uma revista que trata sobre Educação, sem se apoiar numa linguagem acadêmica, e sim, numa linguagem que se aproxima do discurso presente no cotidiano escolar. Um segundo argumento da autora para sua escolha é por identificar que a

Revista Nova Escola é um lugar de construção e de representação de discursos que envolvem e inventam novos e diferentes "olhares" sobre a construção do conhecimento (Ibidem, p.130).

Ruth Francine R. Sabat (1999), em sua Dissertação de Mestrado, "Entre signos e imagens: gênero e sexualidade na pedagogia da mídia" utiliza a publicidade como objeto de pesquisa para observar "de que forma as relações de gênero estão sendo representadas por esta parte da mídia" (Ibidem, p.20). Neste sentido realiza uma leitura da pedagogia proposta pela publicidade com relação à representação de gêneros e de sexualidade onde tal representação contribui para produzir e reproduzir identidades. A autora selecionou as imagens publicitárias como objeto de análise entendendo-as como artefatos culturais que dão a possibilidade de identificar representações de gênero, de identidades culturais e de sexualidade. A autora ao delimitar sua pesquisa, analisou a publicidade presente nas Revistas Nova, Playboy, Veja, e, Isto É, publicadas durante os anos de 1997 e 1998. A publicidade, para a autora, é um dos mecanismos educativos presente nas instâncias socioculturais, que além de diversão e prazer, educa e produz conhecimento. Sabat identifica que muitas das imagens são anúncios publicitários aonde representações vão sendo apresentadas e identidades culturais vão sendo constituídas. Segundo a autora as imagens produzem uma pedagogia, uma forma de ensinar as coisas do mundo, produzem conceitos e pré-conceitos sobre diversos aspectos sociais produzem formas de pensar e agir, de estar no mundo e de relacionar-se com ele (Ibidem, p. 32).

Sabat parte da idéia que há um currículo cultural que está sendo ensinado trabalhado pela mídia e que está ensinando modos de ser mulher e modos de ser homem, um currículo que ensina as formas "corretas" de feminilidade e masculinidade (Ibidem, p.39). A autora identificou nos signos, imagens e linguagens, associadas a diferentes propagandas de produtos discursos portadores de marcas culturais e sociais onde os termos homem, mulher, sexo e gênero são significados culturais e não refletem naturalmente definições, sentidos e identidades (Ibidem, p.55).

As análises de Marzola, Rocha e Sabbat, em suas diferentes temáticas, concordam que as revistas são lugares que educam e ensinam a estar no mundo, que tais materiais em seus discursos possuem um currículo cultural que ensinam as formas "corretas" do conhecimento e que constituem identidades. Deste modo o discurso da Revista Nova Escola pode ser entendido como uma prática cultural, ou seja, um lugar específico onde se produz significados culturais.

Problema de Pesquisa/metodologia

A temática deste projeto refere-se à análise de materiais pedagógicos que são utilizados por professoras da Educação Básica nas suas atividades docentes. Examinando as representações sobre a Matemática e a Matemática escolar presentes nos materiais pedagógicos que circulam entre os professores e professoras, pretendo encontrar pistas sobre qual "pedagogia", qual currículo, e quais Matemáticas escolares estão sendo postos em ação nos processos de representação. Assim, o objetivo da pesquisa, provisoriamente delineado neste projeto, é o seguinte:

Descrever e analisar como a Matemática e a Matemática escolar estão representadas em materiais pedagógicos que são utilizados por docentes da Educação Básica, buscando compreender seus efeitos na constituição de um modo particular de ser professor/a de Matemática.

Na realização da pesquisa, do ponto de vista de procedimentos e método optei pelo seguinte caminho. No que diz respeito aos materiais pedagógicos que integrarão o corpus de análise tomarei como critério de escolha sua penetração junto às professoras. Revistas como Nova Escola estão aí enquadradas, uma vez que, como antes mencionei, esta é uma revista que trata sobre Educação, porém sem se apoiar numa linguagem acadêmica, aproximando-se do discurso presente no cotidiano escolar assim como já identificado nas pesquisas de Rocha (2000) e Marzola (2000), o que a torna um dos materiais de maior circulação entre as docentes da Educação Básica.

Penso que com a composição destes procedimentos poderei obter mais elementos que me possibilitem não só descrever e analisar como a Matemática e a Matemática escolar estão representadas em materiais pedagógicos que são utilizados por docentes da Educação Básica, mas também compreender seus efeitos na constituição de um modo particular de ser professor/a de Matemática.

Bibliografia

D'AMBROSIO. Educação Matemática: uma Visão do Estado da Arte. Pró-Posições. v.4[10], 1993.

GIROUX, Henry. Praticando Estudos Culturais nas Faculdades de Educação.IN: SILVA, Tomaz Tadeu da. Alienígenas na sala de aula. Rio de Janeiro: Vozes, 1995, p. 85-103.

KNIJINK, Gelsa. Exclusão e resistência: Educação Matemática e legitimidade cultural. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

___. Etnomatemática na luta pela terra: "uma educação que Mexe com as Tripas das Pessoas". In: FOSSA, John A. (Org). Facetas do Diamante. Ensaios sobre Educação Matemática e História da Matemática. Rio Claro: Sociedade Brasileira de História da Matemática, 2000, p. 11-29.

MARZOLA, Norma Regina. Os sentidos da Alfabetização na revista nova escola. In: COSTA, Marisa Vorraber. Estudos Culturais em Educação. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000.

NELSON, Cary e outros. Estudos Culturais: uma introdução. In: SILVA, Tomaz T. da. (Org.) Alienígenas na sala de aula. Rio de Janeiro: Vozes, 1995, p. 07-38.

ROCHA, Cristianne Famer. O Espaço Escolar em Revista. In: In: COSTA, Marisa Vorraber. Estudos Culturais em Educação. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000.

SABAT, Ruth Francini Ramos. Entre Signos e Imagens: gênero e sexualidade na pedagogia da mídia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul- UFRGS. Porto

Alegre, 1999.

SILVA. Tomaz Tadeu da. Documentos de Identidade. Uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autentica, 1999.

SÍTIOS NA INTERNET

Biblioteca virtual de Estudos Culturais do Programa avançado de cultura contemporânea da UFRJ.

http://master.prossiga.br/pacc/estudos-culturais/index.html

Contrabando- crítica cultural e educacional nas regiões de fronteira: http://www.contrabando.com.

Estudos Culturais- uma cronologia.

http://www.engl.uic.edu/~csc/CHRONICLES/CSChron.htm

Núcleo de Estudos sobre Currículo, Cultura e Sociedade (NECCSO). http://www.ufrgs.br/faced/neccso/oquee.html.

Revista Nova Escola.

http://uol.com.br/novaescola/stage.htm

Construção, Experimentação e Análise de um Módulo de Atividades Para o Ensino-Aprendizagem das Fórmulas de Área dos Principais Polígonos Convexos.

Mestranda: Cristiane Fernandes de Souza – UFRN
Orientador: Prof. Francisco Peregrino Rodrigues Neto, Dr. – UFRN

1. A Geometria no ensino fundamental

O ensino de Geometria constitui parte importante do ensino de Matemática no nível fundamental. O estudo dos conceitos geométricos propicia aos alunos desenvolver pensamentos que permitem compreender e descrever o mundo onde vivem, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Matemática (BRASIL, 1998), e facilitam a compreensão de questões tanto da matemática como de outras áreas de estudo como a Geografia, na construção e análise de mapas, a Estatística, na interpretação de gráficos, entre outras aplicações.

Tradicionalmente, o ensino de Geometria inicia-se na 5ª série do ensino fundamental com o estudo das noções básicas: ponto, reta e plano; figuras planas e não-planas; polígonos e sólidos; unidades de medida de comprimento, área, volume e capacidade, e o cálculo de perímetro e área de alguns polígonos. Tais assuntos são apresentados, na maioria das vezes, de maneira pronta e construída, com todo o seu simbolismo, não permitindo a construção do pensamento geométrico pelo aluno. Esse modelo de ensino tem acarretado no aluno uma falta de compreensão da geometria e um desinteresse pela matéria, já que eles não vêem uma aplicação prática dos conceitos, repercutindo de forma negativa na aprendizagem da geometria nas outras séries.

Analisando o ensino de Geometria no Brasil, vê-se que o mesmo por volta dos anos 20, antes do movimento da Matemática Moderna, se dava de forma enciclopédica, ou seja, o ensino da Aritmética, Álgebra, Trigonometria e Geometria se apresentavam através de manuais didáticos estanques nos quais se esgotavam todos os conhecimentos sobre tais áreas; a Geometria, por exemplo, caracterizava-se pelo ensino axiomático-dedutivo, com demonstrações rigorosas e sem nenhuma conexão com as outras áreas da Matemática.

Com o advento do movimento da Matemática Moderna, por volta dos anos 60/70, que propunha a unificação dos quatro campos da Matemática caracterizando-se por um ensino baseado em estruturas lógica, algébrica e topológica, enfatizando a teoria dos conjuntos com seus símbolos e terminologia complexa, comprometendo o ensino do cálculo aritmético, geometria e medida, a Álgebra passou a ocupar uma posição de destaque não só na sua concepção tradicional, mas principalmente em sua concepção moderna, pois os avanços da Matemática, nos dois últimos séculos, deve-se ao processo de algebrização da Matemática Clássica, tornando-a mais rigorosa, precisa e abstrata, portanto, acreditava-se, mais aplicável, assim a Geometria passou a ser relegada a um segundo plano (c.f. MIGUEL et al, 1992).

A proposta do movimento da Matemática Moderna de algebrizar a Geometria não teve êxito na prática escolar no Brasil e terminou por eliminar o modelo anterior, de modo que se criou uma lacuna nas práticas pedagógicas.

Foi então que, a partir do final da década de 70 e início da década de 80, os educadores e pesquisadores da matemática escolar tendo observado esses exageros e distorções passaram a se preocupar com o ensino de Matemática, o qual passou a ter novas características. Além dos aspectos cognitivos, os aspectos sociais, culturais, lingüísticos passaram a ter importância na aprendizagem Matemática. Em decorrência dessa preocupação surgiram propostas de "retorno" à Geometria. Mas essas propostas não consistiam apenas na simples retomada da Geometria euclidiana, na sua abordagem clássica (axiomas, teoremas e demonstrações), nem de reafirmar o papel social que desempenha no currículo escolar, mas sim na tentativa de integrar a Geometria com as outras áreas da Matemática.

Atualmente, observa-se que o ensino de Geometria é objeto de estudo de vários pesquisadores, isso se confirma quando vemos o número de trabalhos apresentados em encontros nacionais e regionais de Educação Matemática e artigos publicados em revistas de Educação.

2. Problema da pesquisa

Dentre os conceitos geométricos que devem ser estudados pelos alunos do ensino fundamental, destacamos o de área de figuras planas, notadamente as fórmulas para o cálculo de área dos polígonos convexos. No entanto, o ensino de área dos polígonos, que geralmente se verifica com a apresentação das fórmulas de área, ainda tem levado os alunos à simples memorização e aplicação direta dessas fórmulas sem um maior entendimento das mesmas. O ensino dessas fórmulas nos interessa mais de perto do ponto de vista da construção.

Assim, nosso estudo tem por objetivo construir, aplicar e analisar um módulo de atividades para o ensino-aprendizagem das fórmulas de área de polígonos convexos nos alunos da 8ª série do nível fundamental, com base num ensino construtivo. Para tanto, nosso trabalho tem como objetivos específicos: (i) Obter a fórmula de área do retângulo e do quadrado através do ladrilhamento e percepção de padrões de regularidades, chegando à representação simbólica; (ii) Deduzir a fórmula da área do paralelogramo pelo processo decomposição-composição do retângulo; (iii) Deduzir a fórmula da área do triângulo a partir do paralelogramo; (iv) Obter a fórmula da área do losango pelo processo de completamento do losango para formar um retângulo; (v) Deduzir a fórmula da área do trapézio partindo de dois trapézios congruentes para compor um paralelogramo e (vi) Verificar o entendimento do aluno sobre o caráter funcional entre as variáveis da fórmula para a área do retângulo.

Além dos pontos apresentados, queremos salientar que o estudo visa responder, na medida do possível, outras questões que apesar de já estarem de certa forma inseridas no objetivo geral, consideramos conveniente discriminá-las: (i) Detectar possíveis dificuldades de compreensão das atividades propostas devido à metodologia aplicada; (ii) Verificar a aceitação por parte dos alunos do método utilizado. Queremos saber se o aluno desenvolveu uma empatia positiva para com o método.

3. Referencial teórico

Nosso estudo se fundamenta em idéias construtivistas de Jean Piaget para o ensino da Matemática. O construtivismo, ao contrário do ensino tradicional que ainda é bastante utilizado nas escolas de hoje e que se baseia na transmissão direta do conhecimento do professor para

o aluno, tem como base que o conhecimento é derivado da experiência, ou seja, que o conhecimento é estruturado pela atividade mental do aluno apoiado nas experiências do trabalho. Assim, destacamos os estudos de LOVELL (1988) e KAMII (2002), autores como MORETTO (2000) e COLL (1998), entre outros, os quais se apóiam nas teorias construtivistas de Jean Piaget.

No presente trabalho usamos o ensino por atividades como uma proposta metodológica para alcançar a dedução das fórmulas de área dos principais polígonos convexos com compreensão. O ensino por atividades está baseado nas idéias de autores como DIENES (1974) e FOSSA (2001).

A análise qualitativa das respostas dos alunos se fundamenta na teoria de SKEMP (1980) o qual categoriza a aprendizagem dos conceitos matemáticos em "compreensão instrumental" e "compreensão relacional". Na primeira o aluno se limita à simples execução de determinadas tarefas de maneira mecanizada, enquanto que a compreensão relacional o aluno é capaz de realizar uma grande diversidade de atividades com criatividade e inteligência, permitindo relacionar diferentes conceitos em um só esquema. Em nosso trabalho queremos que o aluno desenvolva compreensão relacional sobre os conteúdos trabalhados.

4. Metodologia

O presente trabalho é uma pesquisa metodológica qualitativa com intervenção direta da pesquisadora. A intervenção é feita com o objetivo de verificar a validade de um módulo de ensino com fases de avaliação. Nesse sentido, essa pesquisa se caracteriza como uma pesquisa experimental, do tipo antes-depois com estímulo, aplicada à educação. As fases denominadas antes-depois correspondem, respectivamente, a uma avaliação diagnóstica e a uma segunda avaliação, também denominada de pós-teste. O estímulo da pesquisa se traduz como sendo a aplicação do módulo de ensino na intervenção em sala de aula.

4.1. A Intervenção Metodológica

A intervenção metodológica está dividida em três momentos: aplicação de uma avaliação diagnóstica para subsidiar a elaboração das atividades de ensino; aplicação de um módulo de ensino que compreende um conjunto de atividades de ensino, num processo de interação professor-aluno e aluno-aluno, e aplicação de um pós-teste para a verificação da aprendizagem dos conteúdos geométricos objeto da pesquisa.

4.2. Avaliação Diagnóstica

A avaliação diagnóstica é um teste utilizado com finalidades prognósticas. Esse tipo de avaliação tem a função de proporcionar ao professor informações sobre os conhecimentos que possuem os alunos antes de iniciar um processo de ensino e aprendizagem. Assim, desta perspectiva, a avaliação diagnóstica constitui um ponto de partida para a organização e seqüenciação do ensino (c.f.COLL et al., 1992). Como nosso estudo constitui na elaboração, aplicação e análise de um módulo de ensino, utilizamos a avaliação diagnóstica para investigar os conhecimentos dos alunos da 8ª série do ensino fundamental sobre alguns conceitos geométricos importantes para a abordagem pretendida, e concluímos que os assuntos são:

classificação e propriedades de triângulos e quadriláteros, conceito de altura, conceito de medir comprimento e superfície (cálculo de perímetro e área de figuras planas), interpretação e resolução de problemas envolvendo cálculo de área, aplicação das fórmulas de área do retângulo, quadrado, paralelogramo e triângulo, e a relação entre as quantidades envolvidas no cálculo de área.

4.3. As Atividades de Ensino

As atividades de ensino são tarefas a serem executadas pelos alunos na sala de aula, preparadas e orientadas pela pesquisadora e foram elaboradas com dois objetivos: (i) remediar a deficiência de conteúdos apontados pela avaliação diagnóstica (atividades de nivelamento); (ii) promover o ensino-aprendizagem das fórmulas de área.

O ensino de Matemática por atividades foi tratado por Zoltan P. Dienes, já nos anos setenta, em um livro no qual ele aborda o ensino de álgebra (ver DIENES, 1970). Na sua teoria ele estabelece quatro princípios para o aprendizado da Matemática: (i) princípio dinâmico; (ii) princípio da construtividade; (iii) princípio da variabilidade matemática e (iv) princípio da variabilidade perceptiva. De acordo com tais princípios os conceitos devem ser aprendidos por meio de diferentes tarefas, mas que tenham a mesma estrutura conceptual. Para Dienes, a criança deve vivenciar uma quantidade de situações concretas antes de abstrair as qualidades de uma situação matemática para formar o conceito.

Segundo FOSSA (2001), para utilizarmos as atividades em sala de aula necessitamos, em primeiro lugar, seqüenciar as atividades de maneira adequada, ou seja, várias atividades justapostas com a mesma estrutura matemática reforçando umas às outras. Outra preocupação é que as atividades devam conter um componente oral, ou seja, proporcionar que o aluno possa verbalizar seu entendimento da atividade e, finalmente, as atividades deveriam apresentar um componente simbólico, isto é, que o aluno registre por escrito os resultados da atividade.

4.4. O Pós-teste

O pós-teste é uma avaliação que tem como objetivo verificar quantitativa e, principalmente, qualitativamente os resultados apresentados pelos alunos em conseqüência da metodologia aplicada.

O pós-teste examina o conhecimento do aluno na aplicação das fórmulas de área do triângulo, losango e paralelogramo, sendo este último desenhado em malha quadriculada; a habilidade do aluno em escrever a fórmula da área do triângulo identificando a base e a altura correspondente. O teste investiga também: se o aluno sabe manipular a fórmula da área do trapézio para encontrar o valor de uma das variáveis (no caso, altura); a capacidade do aluno de deduzir a fórmula da área do trapézio pelo método da decomposição em dois triângulos, e a habilidade do aluno na obtenção de expressões para a área e o perímetro de retângulos dados nos quais uma das dimensões é desconhecida.

4.5. Análise das respostas

No presente trabalho a análise dos dados coletados é feita de duas maneiras: primeiro, através de uma categorização e quantificação em números absolutos e porcentagens, das respostas do ponto de vista matemático, segundo os parâmetros: respostas certas, respostas erradas e em branco. E depois é feita uma análise qualitativa das repostas dos alunos, segundo a teoria de SKEMP (1980).

5. Resultados

Apresentamos a seguir, de maneira resumida, algumas considerações sobre uma primeira análise realizada de dados coletados dos três momentos da intervenção metodológica: avaliação diagnóstica, aplicação do módulo de ensino e pós-teste.

Sobre a avaliação diagnóstica, em linhas gerais, obtemos os seguintes resultados:

Das propriedades avaliadas, os alunos demonstraram falta de habilidade para reconhecer as figuras, pois lhes faltam conhecimentos elementares sobre paralelismo e perpendicularismo entre os lados da figura, igualdade de lados e ângulos. O mesmo foi observado em relação ao conceito de altura, sua identificação e traçado.

Em relação aos conceitos de perímetro e área, os alunos demonstraram uma confusão na aplicação de tais conceitos, utilizando a idéia de perímetro no cálculo de área e vice-versa. Quanto à generalização do perímetro, os resultados mostraram que apenas um aluno possui habilidade para tal.

Quanto à aplicação das fórmulas de área do retângulo, quadrado, triângulo e paralelogramo, o resultado do diagnóstico mostrou que os alunos testados têm desenvolvido poucas habilidades referentes á aplicação dessas fórmulas, pois além da dificuldade de distinguir o cálculo de área do de perímetro, não conseguiam identificar quais segmentos utilizar para o cálculo da área de tais polígonos.

Com respeito à interpretação e resolução de problemas envolvendo o cálculo de área, com o diagnóstico o que se observa é que a maioria dos alunos testados não demonstrou habilidade para revolver tais problemas.

Sobre a aplicação das atividades de ensino, foi observado que no início da intervenção as dificuldades detectadas entre os alunos foi a compreensão do texto que compunha a atividade e a autonomia desses para estabelecer estratégias para a resolução da mesma. Tais dificuldades foram sendo minimizadas com o decorrer da intervenção. Vale salientar que as atividades foram elaboradas para serem aplicadas a grupos de três ou quatro alunos. O interesse dos alunos, em geral, foi crescendo a cada nova atividade, a satisfação de ter resolvido a atividade corretamente e, principalmente, de estar aprendendo fizeram com que o processo de ensino-aprendizagem se tornasse motivador tanto para a pesquisadora quanto para os alunos. As dúvidas que surgiam eram esclarecidas com a socialização das respostas dos grupos e com a intervenção da pesquisadora no momento da "correção". De modo geral, o desempenho dos alunos durante a aplicação das atividades foi satisfatório, salvo poucas exceções.

Quanto aos resultados do pós-teste, estes mostraram uma significativa evolução em relação ao conhecimento dos alunos quanto aos conteúdos geométricos avaliados, como mostramos a seguir.

Em relação à aplicação das fórmulas da área do triângulo, losango e paralelogramo, a análise das respostas mostrou que a maioria dos alunos conseguiu responder as questões de aplicação da fórmula do triângulo e do paralelogramo e, neste último, a identificação da medida da base e da altura na malha quadriculada foi feita corretamente, salvo poucas exceções. Quanto à fórmula da área do losango, observou-se que alguns alunos aplicaram corretamente tal fórmula.

Quanto a escrever fórmulas para a área de um triângulo dado identificando a base e a altura correspondente, muitos alunos conseguiram escrever tais fórmulas sem muita dificuldade.

Sobre a habilidade do aluno de manipular a fórmula da área do trapézio para encontrar o valor de uma das variáveis, a altura, e de deduzir tal fórmula pelo método da decomposição em dois triângulos, os resultados mostraram que alguns alunos conseguiram corresponder aos objetivos de tais questões, sendo observado nos alunos que não atenderam aos objetivos erros freqüentes como a falta da igualdade para caracterizar a equação e a dificuldade para realizar cálculos algébricos com as expressões dos triângulos obtidos na decomposição do trapézio.

Quanto à habilidade do aluno na obtenção de expressões para a área e o perímetro de retângulos dados nos quais uma das dimensões é desconhecida, com a análise das respostas o que se observou foi que alguns alunos chegaram a um nível de entendimento e conseguiram representar a dimensão desconhecida por uma letra e escrever as expressões pedidas. No entanto a manipulação algébrica das mesmas para representá-las da maneira mais simplificada foi uma dificuldade detectada nos cálculos desses alunos.

Em relação aos alunos que não conseguiram escrever as expressões para a área e o perímetro dos retângulos, a maior dificuldade encontrada foi de representar algebricamente a dimensão desconhecida. Assim, esses alunos resolveram por tentativa e erro ao atribuírem valores numéricos baseados na simples observação da outra dimensão dos retângulos.

6. Considerações finais

As análises feitas dos resultados obtidos até o momento nos permitem observar que a metodologia de ensino-aprendizagem utilizada na intervenção, que baseou o ensino das fórmulas de área dos principais polígonos convexos em atividades para o aluno, teve efeito positivo na aprendizagem dos conteúdos estudados. Atualmente dados coletados de uma segunda intervenção metodológica estão em fase de análise para melhor subsidiar as conclusões do estudo em questão.

7. Bibliografia

BICUDO, M. A. V., organizadora. Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. Seminários & Debates.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais de 5ª a 8ª séries: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CASTILHO, S. F. R. Geometria. Até onde a vista alcança. AMAE Educando, n° 209, março de 1990.

COOL, C. et al. O Construtivismo em sala de aula. Tradução: Cláudia Sclilling. São Paulo: Ática, 1996. 4 ed. Série Fundamentos.

COOL, C., PALACIOS, J. e MARCHESI, A. Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação. Tradução: Angélica Mello Alves. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1992. Vol. 2.

D'AMBROSIO, U. Educação Matemática: da teoria à prática. Campinas, SP: Papirus, 2001. 8 ed. Coleção Perspectivas em Educação Matemática – SBEM.

DIENES, Z. P. Aprendizado Moderno da Matemática. Tradução de Jorge Enéias Fortes. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1970.

DUARTE, J. H., SANTOS, M. R. Investigação de uma Seqüência Didática para a Construção do conceito de Área. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 1998, Rio Grande do Sul. Anais...

FONSECA, M. C. et al. O ensino de Geometria na escola fundamental – três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

FOSSA, J. A. Ensaios sobre Educação Matemática. Belém: EDUEPA, 2001. Série Educação, n. 2.

IMENES, L. M., LELLIS, M. Matemática: 5ª, 6ª, 7ª e 8ª séries. São Paulo: Scipione, 1999.

KAMII, C. A criança e o número: Implicações da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. Tradução: Regina A. de Assis. Campinas, SP: Papirus, 2002. 29 ed.

LAVILLE, C., DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Tradução: Heloísa Monteiro e Francisco Setteneni. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda; Belo Horizonte: editora UFMG, 1999.

LIMA, E. L. Medida e forma em geometria: comprimento, área, volume e semelhança. Rio de Janeiro: SBM,1991. Coleção Do Professor de Matemática.

LIMA, P. F. Considerações sobre o Ensino do Conceito de Área. In: SEMANA DE ESTUDOS EM PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1, 1995, Pernambuco. Anais...

LIMA, P. F., BELLEMAIN, P. M. B. Um estudo da noção de grandeza na história da matemática e implicações no ensino fundamental. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 4, 2001, Rio Grande do Norte. Anais...

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? Educação Matemática em Revista, Santa Catarina, n. 4, p. 3-13, 1° sem. 1995.

LOVELL, K. O desenvolvimento dos conceitos matemáticos e científicos na criança. Tradução de Auriphebo Berrance Simões. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.

MIGUEL, A., FIORENTINI, D., MIORIM, M. Álgebra ou Geometria: para onde pende o pêndulo? In: Pró-Posições. São Paulo: Cortez, março de 1992. Vol. 3, nº 1[7], p. 39-54.

MIORIM, M. A. Introdução à História da Educação Matemática. São Paulo: Atual, 1998.

MORETTO, V. Construtivismo: a produção do conhecimento em sala de aula. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

PIAGET, J. Seis estudos de psicologia. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995. 21 ed.

RODRIGUES NETO, F. P. Um estudo sobre aprendizagem de conceitos algébricos fundamentais. UFRN, 1998. Tese de doutoramento – PPGEd.

RODRIGUES NETO, F. P. O que é medir? O ensino de medidas: comprimento, área e volume. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, 1995, Aracajú. Anais...

ROSA NETO, E. Didática da matemática. São Paulo: Ática, 1998. 11 ed. Série Educação.

SKEMP, R. R. Psicologia del Aprendizaje de las Matemáticas. Madri: Ediciones Moratas, 1980.

TINOCO, L. A.; PORTELA, G. M.; SILVA, M. P. C. Áreas e Perímetros. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, 1995, Sergipe. Anais...

USISKIN, Z. Resolvendo os dilemas permanentes da geometria escolar. In: LINDQUIST, M. M.; SHULTE, A. P., organizadores. Aprendendo e Ensinando Geometria, tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994. p. 21-39.

a influência da linguagem e do espaço interativo da sala de aula na produção de significados de matemática

Cristina Ferreira de Sá Tavares
Márcia Maria Fusaro Pinto
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
FAE – Faculdade de Educação

Tema

Linguagem e cognição têm despertado grande interesse dos profissionais da área de educação, professores e pesquisadores. Embora as diversas pesquisas já realizadas trabalhem com concepções de linguagem distintas, grande parte dos pesquisadores concorda que os processos cognitivos estão de alguma forma relacionados com os processos lingüísticos.

Acreditando que estes dois processos estão relacionados de tal forma que não se pode abrir mão de um ou de outro, a contribuição específica desse projeto de trabalho é a busca por compreendê-los na sala de aula de matemática, bem como suas influências na aprendizagem de matemática, em especial, no estudo dos números reais, a partir da extensão dos conjuntos numéricos.

Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa de mestrado é buscar as influências da linguagem e do espaço interativo da sala de aula de Matemática na produção de significados dos conceitos em estudo, investigando as influências e as relações entre a linguagem cotidiana e a linguagem matemática.

Justificativa

Essa proposta de investigação e estudo foi sendo construída à medida que refletia sobre minha prática como professora de Matemática, inserida em um contexto escolar submetido aos diversos questionamentos em torno da qualidade do ensino de Matemática. Este ensino era criticado, sobretudo pelo baixo desempenho dos alunos nas avaliações sistêmicas, embora os resultados desses instrumentos avaliativos fossem por sua vez questionados por não identificar as relações entre os resultados dos alunos e as condições do processo de ensino-aprendizagem desenvolvido. Reformulações curriculares e novas propostas pedagógicas também se faziam presentes nos meios escolares, frutos da pesquisa em Educação Matemática, da Lei de Diretrizes e Bases e dos Parâmetros Curriculares Nacionais responsáveis por indicarem novos rumos para a educação brasileira. Esse contexto exigia mais do que uma reflexão por parte dos professores, ele passou a exigir também a busca por compreender as falhas no processo de ensino-aprendizagem de Matemática, visando mudanças significativas na atual prática pedagógica.

Em tal contexto, quando comecei a atuar como professora de Matemática da 5a série do ensino fundamental, defrontei-me com o desafio de ensinar números racionais para alunos que já possuíam um conhecimento prévio sobre o assunto, adquirido no próprio contexto escolar ou em situações cotidianas.

Tradicionalmente, o ensino de números racionais é fragmentado em duas partes: frações e decimais. Com essa estratégia os alunos demonstravam dificuldades em estabelecer relações entre as duas formas de representação dos números, de operacionalizar e de compreender os mesmos. Então, baseada no estudo desenvolvido durante projeto de iniciação científica do qual fiz parte quando aluna de licenciatura em Matemática e no uso cotidiano dos

números, comecei a ensinar números racionais articulando as suas duas representações. Obtive resultados extremamente positivos, no que se refere à operacionalização e a relação entre representações. No entanto, percebi ainda deficiências dos alunos na compreensão do conceito.

$$\frac{1}{2}=\frac{8}{x}$$

Exemplificando, para encontrar o valor de x onde , os alunos podem atribuir a essa situação diferentes significados para as frações, tais como, frações equivalentes ou razões proporcionais. Percebi que aluno da 8a série do ensino fundamental demonstra dificuldades em reconhecer a equivalência entre as frações (significado desenvolvido na 4a e 5a séries do ensino fundamental) e resolve tal situação utilizando outros significados mais complexos que decorrem da equivalência, mas apresentados e utilizados como método. Por exemplo, o produto dos termos extremos é igual ao produto dos termos do meio, ou seja, 1 . x = 2 . 8, logo, x = 16. Pude observar que a mesma situação é resolvida imediatamente por alunos da 5a série do ensino fundamental que conhecem apenas a equivalência entre frações,

$$\frac{1}{2}$$

e argumentam que para manter o valor , ou seja, a metade, basta que 8 seja a metade de x; logo, x = 16.

Esse exemplo é apenas um entre os diversos que acontecem na sala de aula quando comparamos a resolução de problemas de alunos em fase inicial de aprendizagem matemática com a resolução de alunos com tempo maior de escolarização: percebe-se a utilização de procedimentos se sobrepondo ao significado dos conceitos.

A partir de participação em cursos, grupos de estudo, seminários e das leituras de teorias sobre o processo de ensino-aprendizagem, passei a questionar a idéia de transferência de conteúdos, que fundamenta a prática da aula expositiva tradicional, ou seja, a crença no fato de que uma exposição do conceito feita pelo professor era suficiente para garantir a aprendizagem dos alunos. Então, foi possível refletir sobre a prática que vinha desenvolvendo ao ensinar números racionais, ao longo dos quatro anos que lecionei para 5a série, quando fui verificando a necessidade de estabelecer uma interação entre o professor e os alunos, e principalmente entre os próprios alunos para um entendimento significativo dos conceitos que estão sendo ensinados.

À medida que fui modificando as aulas e tornando-as mais interativas, passei a perceber a influência da linguagem cotidiana e da comunicação em sala de aula nos significados produzidos pelos alunos para os conceitos que estavam sendo trabalhados.

Minha participação como aluna isolada na disciplina "Linguagem e Cognição em sala de aula numa perspectiva sócio-cultural", oferecida pela Faculdade de Educação em 2000, confirmou a observação da minha prática e despertou meu interesse em ampliar a compreensão sobre as teorias de Vygotsky e Bakhtin e suas aplicações no campo educacional, em particular no ensino de matemática.

Problema de pesquisa

Os termos utilizados no título desse projeto têm um sentido específico, sendo necessário identificá-los. *Linguagem* se refere à linguagem cotidiana ou natural utilizada como meio de comunicação entre interlocutores. *Espaço interativo* é utilizado no sentido da interação

discursiva em sala de aula, em particular a argumentação e a possibilidade de rejeição do argumento. *Produção de significados* se refere às idéias atribuídas pelos indivíduos a um dado conceito.

Esse projeto busca compreender como os diversos significados vão se constituindo a partir das enunciações produzidas pelos sujeitos interlocutores durante uma interação discursiva, dialética e dinâmica, onde a produção de um enunciado está relacionada aos enunciados anteriores e ao contexto social e cultural no qual está ocorrendo essa situação de enunciação: em particular a sala de aula de matemática.

"Essa visão da linguagem como interação social, em que o Outro desempenha papel fundamental na constituição do significado, integra todo ato de enunciação individual num contexto mais amplo, revelando as relações intrínsecas entre o linguístico e o social. O percurso que o indivíduo faz da elaboração mental do conteúdo, a ser expresso à objetivação externa – a enunciação – desse conteúdo, é orientado socialmente, buscando adaptar-se ao contexto imediato do ato da fala e, sobretudo, a interlocutores concretos." (BRANDÃO, 2002)

Considerando esse aspecto dinâmico e dialético do sujeito interlocutor na interação discursiva, e reportando a especificidade da sala de aula de matemática, surgiu um interesse em investigar como os professores e alunos percebem o espaço interativo da sala de aula e o papel que atribuem a linguagem na produção de significados. Ao preparar as atividades e ao concretizá-las na sala de aula, o professor estaria considerando esse aspecto dinâmico e dialético da linguagem e suas influências na produção de significados? Como os alunos percebem o próprio processo de aprendizagem e as influências das interações discursivas? Desta forma, a linguagem e o espaço interativo e suas relações com a produção de significados foram se constituindo o tema central desse projeto.

Inicialmente o estudo se propõe a investigar:

Como o professor e o aluno se identificam dentro do espaço interativo da sala de aula de tal forma a favorecer a produção de significados?

Como a linguagem cotidiana e a linguagem matemática se articulam no discurso e interferem na produção do significado em matemática?

O referencial teórico

Há várias vertentes teóricas sobre as relações entre linguagem e cognição. Em uma dessas vertentes, a linguagem não se reduz a um sistema linguístico de estrutura abstrata, pois está integrada à vida humana como constituidora do sujeito e como mediadora nos processos de elaboração conceitual dos indivíduos. As obras de Vygotsky e Bakhtin se enquadram nessa vertente. Ambos buscaram na linguagem a chave da compreensão do desenvolvimento humano. O conhecimento para esses autores, é construído na interação, em que a ação do sujeito sobre o objeto é mediada pelo outro através da linguagem, superando a discussão entre a ênfase no sujeito ou no objeto e emergindo o sujeito interativo, social e histórico.

"Ambos são marxistas que valorizaram a consciência. Vygotsky, preocupado com a construção da consciência e a constituição do sujeito, deu ênfase especial à linguagem como formadora do pensamento, destacando aí o papel da fala interior. Bakhtin também considerou a linguagem como elemento organizador da vida mental e essencial na constituição da consciência e do sujeito, enfatizando a função do discurso interior. Destacaram aí o valor da

palavra e da interação com o outro. Consciência e pensamento são tecidos com palavras e idéias que se formam na interação, tendo o outro um papel significativo". (FREITAS,1999)

Estratégias metodológicas

Esse projeto de pesquisa encontra-se em estágio de aprofundamento teórico, do referencial metodológico e das teorias de Vygotsky e Bakhtin sobre a produção de significados e suas relações com a sala de aula.

A pesquisa será realizada na escola que atuo como professora desde 1998. Essa escolha se justificativa não só pelo conhecimento e experiência que tenho dessa instituição escolar e do contexto de sala de aula, mas também pelo fato de apresentar uma proposta pedagógica que busca a aprendizagem significativa, oportunizando ao corpo docente uma formação continuada de estudos e incentivando a busca por experiências metodológicas e didáticas que favoreçam essa aprendizagem. A pesquisa será realizada com alunos da 1a série do ensino médio, por ser a série que atuo na escola, facilitando a preparação da pesquisa. A classe, sob a regência de um outro professor que leciona nesta série, será escolhida em fevereiro de 2003, mês em que será realizada a pesquisa.

A pesquisa é qualitativa e será baseada na metodologia de pesquisa desenvolvida por SKovsmose e Borba compreendida como uma pesquisa crítica, onde o pesquisador e os sujeitos de pesquisas também participam ativamente da construção das atividades que possibilitarão a observação dos fatos que se deseja pesquisar.

Essa metodologia de pesquisa é caracterizada pelo estabelecimento de relações entre a Situação Atual, que corresponde a sala de aula real que está sendo objeto de pesquisa, a Situação Arranjada, que corresponde a atividades elaboradas com o objetivo de favorecer o processo de investigação e a Situação Imaginária, que corresponde a idealização teórica do objeto de pesquisa. Essas situações são construídas a partir das discussões e colaborações entre alunos, professores e pesquisadores.

A escolha dessa metodologia se deve à possibilidade de uma atuação do pesquisador diferente de um mero observador da sala de aula, contribuindo para que os sujeitos de pesquisa se beneficiem de sua influência e das alterações que são feitas em seus contextos, bem como dos resultados obtidos.

Para buscarmos as influências da linguagem na sala de aula utilizaremos a análise dos episódios desenvolvidos durante as atividades propostas na situação arranjada. Para isso será importante compreender como podem ser lidos tais episódios e que tipo de informação esta leitura produz, considerando o espaço interativo da sala de aula como um processo sócio-cultural.

Importância e utilização dos resultados do trabalho

Esse projeto tem por finalidade investigar processos de aprendizagem matemática. Acreditamos que aprender matemática deve ir além da sua aquisição e utilização como ferramenta em constante construção pela humanidade. Aprender Matemática é compreendê-la como uma construção mental, histórica, enraizada no solo da vida cotidiana e como uma ferramenta útil que tem como objetivo a compreensão dos padrões e regularidades presentes

na natureza e que governam o mundo em que vivemos. Aprender matemática deve contribuir para uma leitura e uma interpretação crítica do mundo atual, com a finalidade de vivermos em uma sociedade inclusiva.

> *"As idéias matemáticas comparecem em toda a evolução da humanidade, definindo estratégias de ação para lidar com o ambiente, criando e desenhando instrumentos para esse fim, e buscando explicações sobre os fatos e fenômenos da natureza e para a própria existência."*
>
> (D'AMBRÓSIO,1999)

Ao buscarmos as influências da linguagem cotidiana e da linguagem matemática na produção de significados matemáticos, procuramos olhar para a sala de aula inserida em um contexto sócio-cultural amplo, onde a interação discursiva, natural e inerente a esse contexto, passa a ser analisada como mediadora do processo de ensino-aprendizagem. Portanto, todas os aspectos decorrentes e implícitos na linguagem e no discurso passam a ser objetos de pesquisa. Esperamos que os resultados desse trabalho possam contribuir para uma discussão sobre aprendizagem de matemática, visando uma interface entre as teorias cognitivas e a prática da sala de aula e ressaltando aspectos importantes do ponto de vista sócio-cultural como é o caso da linguagem.

Bibliografia

BAKTIN, M. Marxismo e filosofia da linguagem. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 1992.

BICUDO,M. A. V. (Org.). Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas. São Paulo: Editora UNESP,1999.

BORBA, M.; SKOVESMOSE, O. Educação Matemática Crítica. Palestra proferida na UFMG, Belo Horizonte, 08 ago. 2002.

BRANDÃO, H. H. N. Introdução à análise do discurso. 8. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2002

CARAÇA, B.J. Conceitos fundamentais da matemática. 3. ed. Lisboa: Gradiva, 2000.

CASTRO, M. R.; FRANT, J. B.; LIMA, F. M. Produção de significados, funções e representações sociais. Disponível em: <http://www.anped.org.br/1923t.htm> Acesso em: 08 fev. 2002.

D´AMBRÓSIO, U. História da Matemática e Educação. Cadernos CEDES, n. 40, p.7-17, 1996.

D´AMBRÓSIO, U. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In: BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP,1999. p. 97-115.

DAVID, M. M. M. S.; FONSECA, M. C. F. R. Sobre o conceito de número racional e a representação fracionária. Presença Pedagógica, v. 3, n. 14, p. 55-67, mar./abr. 1997.

DAVIS, P. J., HERSH, R. A Experiência Matemática. 3. ed. Rio de janeiro: Francisco Alves, 1986.

FREITAS, M. T. de A. Vygotsky & Bakhtin Psicologia e educação: um intertexto. 4. ed. Ática, 1999.

LINS, R. C. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP,1999. p.75-94.

MORTIMER, E.F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos?

Disponível em <http//server.carra.org.br/columbia/aula1.htm.> Acesso em: 08 fev. 2002

MORTIMER, E.F. Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. Bolema, ano 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

STEWART, I. Os números da natureza. Rio de Janeiro: Rocco,1996.

TAVARES, C. F. S.; FORNARI, S. C. Sequências e séries numéricas: algumas aplicações. Belo Horizonte, 1997. Monografia do Curso de Especialização em Matemática –Icex, UFMG.

VIGOTSKI, L. S. A Formação Social da Mente. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes,1998.

VIGOTSKI, L. S. Pensamento e Linguagem. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes,1998.

WERTSCH, J. V. Vygotsky y la formación social da la mente. 1. ed. Ediciones Paidós, 1988.

WERTSCH, J. V. Voces de la mente: Un enfoque sociocultural para estudio de la Acción Mediada. VisorDistribuciones, 1991

Derivada: Como Estudantes Universitários a Concebem e a Expressam.

Autor: Cristina Meyer
Orientadora: Prof.a. Dra. Sônia B. C. Igliori
Instituição: PUC-SP

Introdução

O presente trabalho é uma apresentação da pesquisa desenvolvida em nível de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da PUC-SP, financiada pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, cujo objetivo é investigar como estudantes de uma Universidade Particular do Estado de São Paulo, que já cursaram a disciplina Cálculo Diferencial e Integral, concebem e expressam o conceito de derivada. Baseia-se nos princípios teóricos de David Tall e Shlomo Vinner sobre Conceito Imagem ("Concept Image") e Conceito Definição ("Concept Definition"). No momento da elaboração deste artigo, esta pesquisa encontra-se em uma fase de refinamento da problemática e elaboração dos instrumentos de coleta de dados .

Justificativa

São muitos os estudantes que, mesmo tendo cursado a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral nos seus cursos universitários, apresentam dificuldades em realizar tarefas que envolvam aspectos conceituais. Tufte(1988) verificou que a taxa de sucesso dos estudantes investigados em tarefas que abordam itens relativos a utilização de técnicas em Cálculo está entre 73% e 92 %, enquanto que esta taxa mantém-se entre 7% e 22% quando as tarefas envolvem itens que necessitam de uma compreensão conceitual do Cálculo. Esta dificuldade de compreensão dos conceitos fundamentais do Cálculo tem sido evidenciada em diversas pesquisas (Orton (1983), Vinner (1989) , Selden (1989), Vinner & Amit (1990)) , entre outras .

Dentre os conceitos considerados fundamentais no cálculo está o de derivada. Este tem grande aplicabilidade em diversos campos tais como as Ciências Naturais (Física, Química, Biologia), a Economia e o próprio Campo da Matemática. Sobre este conceito , Vinner(1990, p. 3) afirma "*O conceito de derivada é especialmente importante. Se este conceito não é bem entendido, então suas relações com velocidade, taxa de variação etc. não podem ser entendidas nas Ciências Naturais e suas relações com o conceito de Valor Marginal não pode ser entendido na Economia e na Administração de Negócios.*". Sob este ponto de vista, não compreender o conceito de derivada pode interferir na construção de outros conceitos , tanto dentro da Matemática como fora dela.

Da minha prática como professora de Cálculo Diferencial e Integral pude observar que são muitos os alunos que, após cursarem a disciplina Cálculo I, são capazes de determinar a função derivada de diversas funções utilizando-se de regras e procedimentos algébricos, ou mesmo, de reproduzir a definição formal da derivada de uma função, mas se mostram incapazes de reconhecer nesta definição significados para o conceito de derivada. Vinner(1989) verifica em uma pesquisa realizada com estudantes do curso de Cálculo do "College"(equivalente ao nível superior) matriculados com conceito A em matemática, que

números, comecei a ensinar números racionais articulando as suas duas representações. Obtive resultados extremamente positivos, no que se refere à operacionalização e a relação entre representações. No entanto, percebi ainda deficiências dos alunos na compreensão do conceito.

Exemplificando, para encontrar o valor de x onde $\frac{1}{2}=\frac{8}{x}$, os alunos podem atribuir a essa situação diferentes significados para as frações, tais como, frações equivalentes ou razões proporcionais. Percebi que aluno da 8a série do ensino fundamental demonstra dificuldades em reconhecer a equivalência entre as frações (significado desenvolvido na 4a e 5a séries do ensino fundamental) e resolve tal situação utilizando outros significados mais complexos que decorrem da equivalência, mas apresentados e utilizados como método. Por exemplo, o produto dos termos extremos é igual ao produto dos termos do meio, ou seja, 1 . x = 2 . 8, logo, x = 16. Pude observar que a mesma situação é resolvida imediatamente por alunos da 5a série do ensino fundamental que conhecem apenas a equivalência entre frações, $\frac{1}{2}$ e argumentam que para manter o valor $\frac{1}{2}$, ou seja, a metade, basta que 8 seja a metade de x; logo, x = 16.

Esse exemplo é apenas um entre os diversos que acontecem na sala de aula quando comparamos a resolução de problemas de alunos em fase inicial de aprendizagem matemática com a resolução de alunos com tempo maior de escolarização: percebe-se a utilização de procedimentos se sobrepondo ao significado dos conceitos.

A partir de participação em cursos, grupos de estudo, seminários e das leituras de teorias sobre o processo de ensino-aprendizagem, passei a questionar a idéia de transferência de conteúdos, que fundamenta a prática da aula expositiva tradicional, ou seja, a crença no fato de que uma exposição do conceito feita pelo professor era suficiente para garantir a aprendizagem dos alunos. Então, foi possível refletir sobre a prática que vinha desenvolvendo ao ensinar números racionais, ao longo dos quatro anos que lecionei para 5a série, quando fui verificando a necessidade de estabelecer uma interação entre o professor e os alunos, e principalmente entre os próprios alunos para um entendimento significativo dos conceitos que estão sendo ensinados.

À medida que fui modificando as aulas e tornando-as mais interativas, passei a perceber a influência da linguagem cotidiana e da comunicação em sala de aula nos significados produzidos pelos alunos para os conceitos que estavam sendo trabalhados.

Minha participação como aluna isolada na disciplina "Linguagem e Cognição em sala de aula numa perspectiva sócio-cultural", oferecida pela Faculdade de Educação em 2000, confirmou a observação da minha prática e despertou meu interesse em ampliar a compreensão sobre as teorias de Vygotsky e Bakhtin e suas aplicações no campo educacional, em particular no ensino de matemática.

Problema de pesquisa

Os termos utilizados no título desse projeto têm um sentido específico, sendo necessário identificá-los. *Linguagem* se refere à linguagem cotidiana ou natural utilizada como meio de comunicação entre interlocutores. *Espaço interativo* é utilizado no sentido da interação

discursiva em sala de aula, em particular a argumentação e a possibilidade de rejeição do argumento. *Produção de significados* se refere às idéias atribuídas pelos indivíduos a um dado conceito.

Esse projeto busca compreender como os diversos significados vão se constituindo a partir das enunciações produzidas pelos sujeitos interlocutores durante uma interação discursiva, dialética e dinâmica, onde a produção de um enunciado está relacionada aos enunciados anteriores e ao contexto social e cultural no qual está ocorrendo essa situação de enunciação: em particular a sala de aula de matemática.

"Essa visão da linguagem como interação social, em que o Outro desempenha papel fundamental na constituição do significado, integra todo ato de enunciação individual num contexto mais amplo, revelando as relações intrínsecas entre o linguístico e o social. O percurso que o indivíduo faz da elaboração mental do conteúdo, a ser expresso à objetivação externa – a enunciação – desse conteúdo, é orientado socialmente, buscando adaptar-se ao contexto imediato do ato da fala e, sobretudo, a interlocutores concretos." (BRANDÃO, 2002)

Considerando esse aspecto dinâmico e dialético do sujeito interlocutor na interação discursiva, e reportando a especificidade da sala de aula de matemática, surgiu um interesse em investigar como os professores e alunos percebem o espaço interativo da sala de aula e o papel que atribuem a linguagem na produção de significados. Ao preparar as atividades e ao concretizá-las na sala de aula, o professor estaria considerando esse aspecto dinâmico e dialético da linguagem e suas influências na produção de significados? Como os alunos percebem o próprio processo de aprendizagem e as influências das interações discursivas? Desta forma, a linguagem e o espaço interativo e suas relações com a produção de significados foram se constituindo o tema central desse projeto.

Inicialmente o estudo se propõe a investigar:

Como o professor e o aluno se identificam dentro do espaço interativo da sala de aula de tal forma a favorecer a produção de significados?

Como a linguagem cotidiana e a linguagem matemática se articulam no discurso e interferem na produção do significado em matemática?

O referencial teórico

Há várias vertentes teóricas sobre as relações entre linguagem e cognição. Em uma dessas vertentes, a linguagem não se reduz a um sistema linguístico de estrutura abstrata, pois está integrada à vida humana como constituidora do sujeito e como mediadora nos processos de elaboração conceitual dos indivíduos. As obras de Vygotsky e Bakhtin se enquadram nessa vertente. Ambos buscaram na linguagem a chave da compreensão do desenvolvimento humano. O conhecimento para esses autores, é construído na interação, em que a ação do sujeito sobre o objeto é mediada pelo outro através da linguagem, superando a discussão entre a ênfase no sujeito ou no objeto e emergindo o sujeito interativo, social e histórico.

"Ambos são marxistas que valorizaram a consciência. Vygotsky, preocupado com a construção da consciência e a constituição do sujeito, deu ênfase especial à linguagem como formadora do pensamento, destacando aí o papel da fala interior. Bakhtin também considerou a linguagem como elemento organizador da vida mental e essencial na constituição da consciência e do sujeito, enfatizando a função do discurso interior. Destacaram aí o valor da

palavra e da interação com o outro. Consciência e pensamento são tecidos com palavras e idéias que se formam na interação, tendo o outro um papel significativo". (FREITAS,1999)

Estratégias metodológicas

Esse projeto de pesquisa encontra-se em estágio de aprofundamento teórico, do referencial metodológico e das teorias de Vygotsky e Bakhtin sobre a produção de significados e suas relações com a sala de aula.

A pesquisa será realizada na escola que atuo como professora desde 1998. Essa escolha se justificativa não só pelo conhecimento e experiência que tenho dessa instituição escolar e do contexto de sala de aula, mas também pelo fato de apresentar uma proposta pedagógica que busca a aprendizagem significativa, oportunizando ao corpo docente uma formação continuada de estudos e incentivando a busca por experiências metodológicas e didáticas que favoreçam essa aprendizagem. A pesquisa será realizada com alunos da 1a série do ensino médio, por ser a série que atuo na escola, facilitando a preparação da pesquisa. A classe, sob a regência de um outro professor que leciona nesta série, será escolhida em fevereiro de 2003, mês em que será realizada a pesquisa.

A pesquisa é qualitativa e será baseada na metodologia de pesquisa desenvolvida por SKovsmose e Borba compreendida como uma pesquisa crítica, onde o pesquisador e os sujeitos de pesquisas também participam ativamente da construção das atividades que possibilitarão a observação dos fatos que se deseja pesquisar.

Essa metodologia de pesquisa é caracterizada pelo estabelecimento de relações entre a Situação Atual, que corresponde a sala de aula real que está sendo objeto de pesquisa, a Situação Arranjada, que corresponde a atividades elaboradas com o objetivo de favorecer o processo de investigação e a Situação Imaginária, que corresponde a idealização teórica do objeto de pesquisa. Essas situações são construídas a partir das discussões e colaborações entre alunos, professores e pesquisadores.

A escolha dessa metodologia se deve à possibilidade de uma atuação do pesquisador diferente de um mero observador da sala de aula, contribuindo para que os sujeitos de pesquisa se beneficiem de sua influência e das alterações que são feitas em seus contextos, bem como dos resultados obtidos.

Para buscarmos as influências da linguagem na sala de aula utilizaremos a análise dos episódios desenvolvidos durante as atividades propostas na situação arranjada. Para isso será importante compreender como podem ser lidos tais episódios e que tipo de informação esta leitura produz, considerando o espaço interativo da sala de aula como um processo sócio-cultural.

Importância e utilização dos resultados do trabalho

Esse projeto tem por finalidade investigar processos de aprendizagem matemática. Acreditamos que aprender matemática deve ir além da sua aquisição e utilização como ferramenta em constante construção pela humanidade. Aprender Matemática é compreendê-la como uma construção mental, histórica, enraizada no solo da vida cotidiana e como uma ferramenta útil que tem como objetivo a compreensão dos padrões e regularidades presentes

na natureza e que governam o mundo em que vivemos. Aprender matemática deve contribuir para uma leitura e uma interpretação crítica do mundo atual, com a finalidade de vivermos em uma sociedade inclusiva.

> *"As idéias matemáticas comparecem em toda a evolução da humanidade, definindo estratégias de ação para lidar com o ambiente, criando e desenhando instrumentos para esse fim, e buscando explicações sobre os fatos e fenômenos da natureza e para a própria existência."*
>
> (D'AMBRÓSIO,1999)

Ao buscarmos as influências da linguagem cotidiana e da linguagem matemática na produção de significados matemáticos, procuramos olhar para a sala de aula inserida em um contexto sócio-cultural amplo, onde a interação discursiva, natural e inerente a esse contexto, passa a ser analisada como mediadora do processo de ensino–aprendizagem. Portanto, todas os aspectos decorrentes e implícitos na linguagem e no discurso passam a ser objetos de pesquisa. Esperamos que os resultados desse trabalho possam contribuir para uma discussão sobre aprendizagem de matemática, visando uma interface entre as teorias cognitivas e a prática da sala de aula e ressaltando aspectos importantes do ponto de vista sócio-cultural como é o caso da linguagem.

Bibliografia

BAKTIN, M. Marxismo e filosofia da linguagem. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 1992.

BICUDO,M. A. V. (Org.). Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas. São Paulo: Editora UNESP,1999.

BORBA, M.; SKOVESMOSE, O. Educação Matemática Crítica. Palestra proferida na UFMG, Belo Horizonte, 08 ago. 2002.

BRANDÃO, H. H. N. Introdução à análise do discurso. 8. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2002

CARAÇA, B.J. Conceitos fundamentais da matemática. 3. ed. Lisboa: Gradiva, 2000.

CASTRO, M. R.; FRANT, J. B.; LIMA, F. M. Produção de significados, funções e representações sociais. Disponível em: <http://www.anped.org.br/1923t.htm> Acesso em: 08 fev. 2002.

D´AMBRÓSIO, U. História da Matemática e Educação. Cadernos CEDES, n. 40, p.7-17, 1996.

D´AMBRÓSIO, U. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In: BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP,1999. p. 97-115.

DAVID, M. M. M. S.; FONSECA, M. C. F. R. Sobre o conceito de número racional e a representação fracionária. Presença Pedagógica, v. 3, n. 14, p. 55-67, mar./abr. 1997.

DAVIS, P. J., HERSH, R. A Experiência Matemática. 3. ed. Rio de janeiro: Francisco Alves, 1986.

FREITAS, M. T. de A. Vygotsky & Bakhtin Psicologia e educação: um intertexto. 4. ed. Ática, 1999.

LINS, R. C. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP,1999. p.75-94.

MORTIMER, E.F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos?

Disponível em <http//server.carra.org.br/columbia/aula1.htm.> Acesso em: 08 fev. 2002

MORTIMER, E.F. Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. Bolema, ano 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

STEWART, I. Os números da natureza. Rio de Janeiro: Rocco,1996.

TAVARES, C. F. S.; FORNARI, S. C. Sequências e séries numéricas: algumas aplicações. Belo Horizonte, 1997. Monografia do Curso de Especialização em Matemática –Icex, UFMG.

VIGOTSKI, L. S. A Formação Social da Mente. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes,1998.

VIGOTSKI, L. S. Pensamento e Linguagem. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes,1998.

WERTSCH, J. V. Vygotsky y la formación social da la mente. 1. ed. Ediciones Paidós, 1988.

WERTSCH, J. V. Voces de la mente: Un enfoque sociocultural para estudio de la Acción Mediada. VisorDistribuciones, 1991

Derivada: Como Estudantes Universitários a Concebem e a Expressam.

Autor: Cristina Meyer
Orientadora: Prof.a. Dra. Sônia B. C. Igliori
Instituição: PUC-SP

Introdução

O presente trabalho é uma apresentação da pesquisa desenvolvida em nível de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da PUC-SP, financiada pela Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, cujo objetivo é investigar como estudantes de uma Universidade Particular do Estado de São Paulo, que já cursaram a disciplina Cálculo Diferencial e Integral, concebem e expressam o conceito de derivada. Baseia-se nos princípios teóricos de David Tall e Shlomo Vinner sobre Conceito Imagem ("Concept Image") e Conceito Definição ("Concept Definition"). No momento da elaboração deste artigo, esta pesquisa encontra-se em uma fase de refinamento da problemática e elaboração dos instrumentos de coleta de dados .

Justificativa

São muitos os estudantes que, mesmo tendo cursado a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral nos seus cursos universitários, apresentam dificuldades em realizar tarefas que envolvam aspectos conceituais. Tufte(1988) verificou que a taxa de sucesso dos estudantes investigados em tarefas que abordam itens relativos a utilização de técnicas em Cálculo está entre 73% e 92 %, enquanto que esta taxa mantém-se entre 7% e 22% quando as tarefas envolvem itens que necessitam de uma compreensão conceitual do Cálculo. Esta dificuldade de compreensão dos conceitos fundamentais do Cálculo tem sido evidenciada em diversas pesquisas (Orton (1983), Vinner (1989) , Selden (1989), Vinner & Amit (1990)) , entre outras .

Dentre os conceitos considerados fundamentais no cálculo está o de derivada. Este tem grande aplicabilidade em diversos campos tais como as Ciências Naturais (Física, Química, Biologia), a Economia e o próprio Campo da Matemática. Sobre este conceito , Vinner(1990, p. 3) afirma "*O conceito de derivada é especialmente importante. Se este conceito não é bem entendido, então suas relações com velocidade, taxa de variação etc. não podem ser entendidas nas Ciências Naturais e suas relações com o conceito de Valor Marginal não pode ser entendido na Economia e na Administração de Negócios.*". Sob este ponto de vista, não compreender o conceito de derivada pode interferir na construção de outros conceitos , tanto dentro da Matemática como fora dela.

Da minha prática como professora de Cálculo Diferencial e Integral pude observar que são muitos os alunos que, após cursarem a disciplina Cálculo I, são capazes de determinar a função derivada de diversas funções utilizando-se de regras e procedimentos algébricos, ou mesmo, de reproduzir a definição formal da derivada de uma função, mas se mostram incapazes de reconhecer nesta definição significados para o conceito de derivada. Vinner(1989) verifica em uma pesquisa realizada com estudantes do curso de Cálculo do "College"(equivalente ao nível superior) matriculados com conceito A em matemática, que

somente 25% destes conheciam a interpretação geométrica da derivada e apenas 6% conheciam a Algébrica(a derivada como um limite).

Diante de dados de pesquisas que revelam a dificuldade dos estudantes em compreender os conceitos fundamentais do Cálculo, e mais especificamente , em compreender o conceito de derivada e seus diversos significados, interessamo-nos por investigar como estudantes universitários **concebem** e **expressam** o conceito de derivada, afim de contribuir com um diagnóstico que forneça informações que favoreça o processo de ensino/aprendizagem do conceito de derivada.

Construindo A Problemática

Ao iniciar o levantamento bibliográfico afim de elaborar questões relativas ao ensino e aprendizagem do Cálculo que sejam passíveis de investigação, encontra-se uma situação na qual bons estudantes (conceito A ou B) apresentam dificuldades em lidar com questões que necessitam de uma compreensão conceitual do Cálculo. Tal constatação é apresentada em Tall & Vinner (1981) no artigo que discute os conflitos que podem resultar da presença de divergências entre o *conceito imagem* e o *conceito definição* referentes aos conceitos de limite de uma função e continuidade, assim como em Vinner(1989) quando investiga os tipos de conhecimentos sobre derivada que são encontrados em alunos considerados nível A no curso de Cálculo do "College"(equivalente ao nível superior). Estas leituras originaram alguns questionamentos iniciais:

A forma como os alunos concebem o conceito de derivada e o tratamento "algorítmico/algébrico" que lhe é freqüentemente dispensado, não teriam outros determinantes que não estejam diretamente relacionados com a prática usual do ensino de cálculo que é descrita por Silva e Igliori (1996) como algo que "quase nunca foge da apresentação de definições, propriedades e algumas poucas aplicações." ? Quais dificuldades apresentadas pelos alunos na construção deste conceito estão relacionadas com sua própria estrutura? Quais são os componentes deste conceito? Em termos cognitivos, que estruturas são mobilizadas na tentativa de assimilação de tal conceito?

Buscou-se então um campo teórico no qual seja possível fundamentar uma investigação que permita a inclusão de aspectos cognitivos relacionados a forma de conceber e expressar o conceito de derivada. A presença de tais aspectos podem contribuir para uma melhor compreensão desta dinâmica do processo de aprendizagem do conceito de derivada , no qual o sucesso nas avaliações institucionais, ou mesmo o conhecimento de sua definição formal, não garantem ao estudante uma compreensão que o capacite atribuir significados para a definição deste conceito. Adotou-se como referencial teórico para esta investigação a teoria de Tall e Vinner sobre *conceito imagem* e *conceito definição.*

Vinner (1991, p. 69) afirma " *Nós assumimos que adquirir um conceito significa formar um conceito imagem deste. Conhecer de memória um conceito definição não garante o entendimento deste conceito. Nós acreditamos que entender significa ter um conceito imagem. Certos significados deveriam estar associados às palavras."(aos* nomes dos conceitos).

Para Tall e Vinner(1981) deve-se usar o termo *conceito imagem* para descrever toda a estrutura cognitiva que está associada ao conceito e que inclui todas as imagens mentais, as propriedades associadas e os processos associados, isto é, tal estrutura pode conter imagens de representações visuais, impressões e experiências. Tal conceito é construído ao longo dos

anos e vai modificando-se quando o indivíduo entra em contato com novos estímulos. Assim, um indivíduo que já tenha estudado Cálculo Diferencial e Integral, ao ouvir ou ler o termo "derivada", tem a sua memória estimulada, podendo ser evocada a imagem de uma fórmula matemática, de uma reta tangente ao gráfico de uma função em um certo ponto ou associá-lo a uma taxa de variação instantânea de uma função. Estes elementos relacionados ao conceito de derivada podem constituir o *conceito imagem* de um indivíduo relativo ao referido conceito.

O conceito imagem não precisa ser coerente todo o tempo. Impulsos sensoriais excitam certos caminhos neuronais do cérebro e inibem outros, e assim, diferentes estímulos podem ativar diferentes partes do conceito imagem. Para se referir a uma porção do *conceito imagem* que é ativado em dado momento, utiliza-se o termo *conceito imagem evocado.* Em diferentes momentos, imagens aparentemente em conflito podem ser evocadas.

O termo *conceito definição* diz respeito, a uma forma de palavras usada pelo indivíduo para especificar o seu conceito imagem (evocado).(Tall e Vinner, 1981). É a tradução em formas verbais dos elementos associados ao nome do conceito .(Vinner 1991).

Este conceito definição pode relacionar-se em maior ou menor grau com a definição formal, podendo constituir-se em uma reconstrução pessoal de uma definição formal, sem que tenham necessariamente significados coincidentes.

Baseando-nos nesta teoria de David Tall e Shlomo Vinner sobre *conceito imagem* e *conceito definição,* buscamos responder inicialmente a seguinte questão:

Quais *conceito imagem* e *conceito definição* podem ser inferidos de alunos que já cursaram a disciplina de Cálculo I, em relação ao conceito de derivada, e que tipos de relações existem entre tais conceitos e a definição formal de derivada?

Ao analisar-se o conceito de derivada sob esta perspectiva de uma estrutura conceitual individual, pode-se prever uma multiplicidade de aspectos que podem estar associados a este conceito. A função derivada pode ser interpretada algebricamente como um limite de uma função expressa por uma razão incremental, geometricamente como uma função cujo valor em x é a inclinação da reta tangente ao gráfico de y = f(x) em x, ou ainda , como uma função cujo valor em x é a taxa instantânea da variação de y em relação a x no ponto x. Tomando-se este aspecto da derivada como uma taxa de variação instantânea, podemos relacioná-la com conceitos tais como velocidade instantânea, valor marginal ou taxa instantânea de crescimento populacional, entre outros.

Levando-se em conta a existência de um número significativo de manuais didáticos atuais que abordam uma diversidade de interpretações e aplicações do conceito de derivada em diferentes contextos (como por exemplo os títulos: STEWART, James. Cálculo, vol1; ANTON, Howard. Cálculo – Um Novo Horizonte, vol1; FLEMMING D. Marília , GONÇALVES, B. Míriam. Cálculo A – Funções , Limites, Derivação e Integração; BOULOS, Paulo. Cálculo Diferencial e Integral – vol 1, entre outros.), supõe-se a existência de uma ampla diversidade de representações visuais, imagens mentais e coleções de impressões e experiências relativas ao conceito de derivada, constituindo o conceito imagem a ser investigado em alunos que já cursaram a disciplina de Cálculo.

Em vista desta possível presença de múltiplos aspectos associados ao conceito em questão e a dificuldade de adequar a realização de uma investigação mais abrangente a um trabalho de pesquisa em nível de mestrado, decidimos restringir os aspectos a serem investigados , nos propondo então a buscar respostas para a seguinte questão:

Quais *conceito imagem* e *conceito definição* em relação a interpretação geométrica do conceito de derivada podem ser inferidos de estudantes que cursaram a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral ? Estes estudantes estabelecem relações entre a interpretação geométrica deste conceito e o tratamento da função derivada como uma taxa de variação instantânea? Quais relações?

Convém destacar que ao tentar solucionar um problema específico, o indivíduo mobiliza uma parte do seu *conceito imagem* (um *conceito imagem evocado).* Não se pode afirmar que sob diferentes circunstâncias a mesma imagem será evocada novamente, portanto, esta pesquisa não pretende avaliar o sistema cognitivo do indivíduo pesquisado no que diz respeito ao conceito de derivada , mas somente a parte do sistema cognitivo que venha a ser ativado pelo problema proposto. Assim, quando nos referimos ao *conceito imagem* nesta pesquisa, estamos tratando do *conceito imagem evocado.*

De acordo com Pinto,

"Várias pesquisas (ver, por exemplo, Vinner, 1986 ; Tall, 1987; Vinner & Dreyfus, 1989;

Pinto & Tall, 1996; Gray & Pinto, 1995) fornecem dados mostrando que, em resposta a uma tarefa cognitiva ou uma situação problema, os estudantes , habitualmente , não consultam seu conceito definição. Eles evocam seu conceito imagem, muitas vezes formado por meio de experiências diárias com exemplos, teoremas e outras idéias dadas em aula."

(Pinto, 1998, p.33)

Por outro lado, Vinner(1991) evidencia a dificuldade de educar-se o sistema cognitivo a consultar definições em contextos técnicos, como são os contextos matemáticos, ao invés do conceito imagem. Ele afirma que o hábito de pensamento diário de controlar as respostas está desavisado da necessidade de consultar a definição formal. Na maioria dos casos(em contextos técnicos ou não técnicos), consultar o conceito imagem será suficiente, o que não encoraja as pessoas a consultarem o conceito definição. E finaliza afirmando "Assim, não existe força aparente que possa mudar os hábitos de pensamento do dia-a-dia, os quais são, em princípio , inapropriados para os contextos técnicos." (Vinner, 1991, p. 73.)

No entanto , muitos professores de matemática continuam esperando de forma não interveniente, que seus alunos consultem as definições formais para responder as questões que lhe são propostas.

Pretende-se com esta pesquisam, realizar um diagnóstico que nos informe aspectos específicos do conceito imagem e conceito definição relativos ao conceito de derivada que possam contribuir para a busca de uma prática pedagógica mais eficiente para o seu ensino.

Definindo os Procedimentos Metodológicos

Os sujeitos pesquisados serão alunos de ciclos terminais de cursos universitários que já tenham cursado a disciplina de Cálculo I e Calculo II. A escolha por ciclos terminais visa encontrar indivíduos cujo conceito imagem referente ao conceito de derivada possa estar enriquecido por experiências e aplicações deste conceito em diversos contextos, uma vez que

o conceito imagem é construído ao longo dos anos e vai modificando-se conforme o indivíduo experimenta novos estímulos.

Pretende-se realizar uma pesquisa de caráter diagnóstico para ser executada em duas fases distintas com dois grupos de sujeitos diferentes, porém de mesmo perfil. Na primeira fase, será aplicado um questionário com questões abertas e justificadas que deverá ser respondido por escrito . Este incluirá questões diretas tais como : "Na sua opinião, o que é uma derivada?", pois segundo Vinner(1991) este tipo de questão é adequada para obter-se informações sobre o conceito definição uma vez que este é verbal e explícito. Diferindo um pouco do sugerido por Vinner(1991), nestas questões diretas serão evitadas perguntas do tipo "o que é ..., pois podem remeter o estudante a busca em memória de uma definição formal, afastando-o, talvez, de sua própria reconstrução pessoal da definição do conceito questionado, ou levando-o a não respondê-la caso não lembre-se da definição formal. As formas alternativas ' Na sua opinião , o que é ...?", ou ainda , "Explique como desejar o que é ...", podem ser mais eficientes para se investigar o conceito definição.

O questionário também incluirá questões indiretas, que serão elaboradas de forma que possam originar respostas que exponham o conceito imagem referente ao conceito investigado, uma vez que este é não verbal e implícito.

Esta primeira fase visa obter informações que nos permitam formular novas questões ou reformular as existentes para compor um novo questionário a ser aplicado na segunda fase da pesquisa, a sujeitos diferentes do da primeira fase. Por meio da análise das respostas do novo questionário pretende-se alcançar os objetivos visados por esta pesquisa. Caso as informações fornecidas ainda sejam insuficientes, pode-se selecionar grupos de estudantes para a realização de entrevista.

Bibliografia

AMIT, M.& VINNER, S.(1990). Some Misconceptions in Calculus-Anecdotes or the Tip of Iceberg?. In: PROCEEDINGS FOURTEENTH PME CONFERENCE. 14, v.1. 1990. Mexico , p.3-10.

ANTON, H. Cálculo, um novo horizonte. v. 1.Trad. Cyro de C. Patarra e Márcia Tamanaha. 6ª.ed.Porto Alegre: Bookman, 2000.

BOULOS, P. Cálculo Diferencial e Integral. v. 1. São Paulo: Makron Books,1999.

FLEMMING, D. M. ; GONÇALVES, B. M. Cálculo A: funções, limite, derivação, integração. 5ª. ed. São Paulo: Makron Books, 1992.

ORTON, A.(1983) , Studentes' understandings of differentation. Educational Studies in Mathematics, Dodrecht, v.14, p.235-250.

PINTO, M.M.F., Students' understanding of real analysis. Warwick, 1998.166f.Thesis (Doctor of Philosophy) – Institute of Education , University of Warwick.

SELDEN, J.; MASON, A..; SELDEN, A..(1989) Can Average Calculus Students Solve Nonroutine Journal of Mathematical Behavior, 8, 45-50.

STWART, J. Cálculo V. 1. 4 ed. reimp. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

SILVA , B; IGLIORI, S.B.C.(1996), Um estudo exploratório sobre o conceito de Derivada. Anais IV Encontro Paulista de Educação Matemática. PUC-SP.

TALL, D.O. & VINNER, S.(1981) Concept Image and Concept Definition in Mathematics with Particular Reference to Limits and Continuity. Educational Studies in Mathematics, 12, pp. 151 -- 169.

TUFTE,F.W.(1988).Revision in Cauculus Instruction, suggestions for Cognitive Science. Paper Presented at the International Congress of Mathematics Educations, Budapest.

VINNER, S. (1989) Mathematics Service Courses – Lip Service. THE PROCEEDINGS OF SECOND JERUSALEM CONVENTION ON EDUCATION, 2, 1989, Jerusalem. p. 397-405.

VINNER, S.(1991) The role of definitions in the teaching and learning of Mathematics, In: Tall D.O. (Ed.), Advanced Mathematical Thinking. Dodretch: Kluwer academic Publishers, pp. 65-81.

Aprendizagem Pessoal e Aprendizagem Afastada: O Caso do Aluno de Cálculo

Dale Bean
Orientadoras: Vera Lucia Xavier Figueiredo e
Anna Regina Lanner de Moura
Unicamp – Campinas

"Eu sempre tive uma visão mais romântica da matemática, mas agora vejo o rigor, as técnicas usadas."

Priscila, aluna de Cálculo (2001)

Construímos os tipos ideais de aprendizagem, pessoal e afastada, de acordo com a metodologia de Max Weber. Esses construtos se baseiam em nossas conversas com o aluno em torno dos seus estudos de Cálculo e foram desenvolvidos com o intuito de analisar influências sócio-psicológicas na sua aprendizagem. Em nosso estudo, portanto, tais influências se delimitam às atividades relacionadas à aprendizagem de Cálculo no contexto das exigências do programa do curso universitário do aluno.

O tipo ideal é um construto conceitual que isola e amplifica um recorte unilateral da realidade. O construto é coerente com os objetivos e interesses do pesquisador e fiel às ações regulares do ator social, o aluno em nosso caso. Devido à multiplicidade de perspectivas e à variedade de ações, Weber afirma que, de um só fenômeno, podem surgir vários tipos ideais.

Nossa preocupação centra-se na aprendizagem de Cálculo pelo aluno da graduação. ARTIGUE (1999, p. 1380) aponta que numerosas pesquisas nas últimas duas décadas mostram que o aluno de Cálculo não aprende muito além do uso de técnicas e algoritmos para resolver exercícios típicos. É reconhecido que essa aprendizagem é coerente com a prática do ensino atual, que, de acordo com BOOKMAN e FRIEDMAN (1994), enfatiza o desenvolvimento de habilidades computacionais e manipulação simbólica.

Mesmo assim, há alunos de Cálculo que desenvolvem habilidades mais flexíveis com um pensamento crítico e criativo. Esses alunos encontram oportunidades na disciplina para envolver-se e expressar-se com a Matemática. Isso não nos preocupa, mas cria uma inquietação. O que podemos aprender sobre a aprendizagem desses alunos?

Em torno da nossa preocupação, o objetivo deste estudo é encontrar fatores nas atividades desenvolvidas e nas avaliações elaboradas pelo professor de Cálculo no contexto das exigências do curso do aluno que influenciam na aprendizagem. Para orientar o enfoque do estudo, desenvolvemos uma questão norteadora com três subquestões.

Questão norteadora: Quais são os fatores no contexto do ciclo básico da graduação, tanto na sala de aula quanto fora dela, que influenciam na aprendizagem de Matemática?

Subquestão 1: Qual é a natureza da aprendizagem sendo desenvolvida pelo aluno?

Subquestão 2: Como é que o aluno interage com a Matemática, isto é, como ele estuda?

Subquestão 3: Quais são as motivações que conduzem o aluno à escolha dos seus meios de estudo, isto é, o porquê das escolhas?

O indivíduo, o aluno

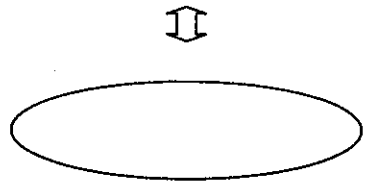
Destacamos o ponto de vista do aluno para responder às questões, por entender que o aluno faz suas escolhas e age com base nas suas experiências e na interpretação da sua situação diante da disciplina de Cálculo e das exigências do seu curso. Para enxergar o como e o porquê das interações que o aluno tem com a Matemática, escolhemos o método de estudo de caso, por entender que este método permite um exame profundo dos fatores relacionados à aprendizagem, que variam de indivíduo para indivíduo.

Os interlocutores são alunos fazendo a disciplina Cálculo de Várias Variáveis (disciplina de duração de um semestre), cursada nas Ciências Exatas e Engenharias da Unicamp; a maioria no seu segundo semestre. Os nove interlocutores foram escolhidos por meios aleatórios e estratificadas, três em cada semestre dos anos 1999, 2000 e 2001 para participar em uma série de conversas em torno das questões da pesquisa. As conversas foram semidirigidas e problematizadas pelo teorema dos multiplicadores de Lagrange, pelos conceitos relacionados ao teorema, por acontecimentos na sala de aula, por problemas propostos pelo pesquisador e por trabalhos da disciplina, como exercícios das listas, dos testes e das provas.

Ao acompanhar os interlocutores desta pesquisa em sala de aula, o enfoque das minhas indagações variavam conforme 1) as mudanças na minha compreensão do teorema relativamente ao que havia aprendido na graduação há aproximadamente 25 anos; 2) as próprias conversas com os alunos; 3) as experiências nas salas de aula; 4) a re-significação da questão norteadora; e 5) a construção do nosso sistema de análise segundo aportes teóricos encontrados ao longo dos anos e identificados com nossa perspectiva, objetivo, questão, método e com as falas dos alunos.

Tipos Ideais de Aprendizagem

(pessoal e afastada)



AÇÃO/ESTUDOS

(Interação com a Matemática)

TIPOS IDEAIS DE AÇÃO

(Weber)

(valor, meios-fins, hábito e afetivo)

NECESSIDADES PSICOLÓGICAS

(Maslow)

(crescimento e deficiência)

A análise da aprendizagem parte das ações do aluno que são baseadas nas suas experiências e contextualizadas na disciplina de Cálculo e no seu curso.

Figura 1

A análise é fundamentada na metodologia de Max Weber, como interpretado por FREUND (1966, [2000]), HEKMAN (1983), KALBERG (1994) e RINGER (1997). A sociologia de Weber destaca a importância do indivíduo e os significados que este atribui a seu meio social e às suas ações. As interpretações subjetivas do ator norteiam suas ações, e podem tanto manter as formas das relações sociais quanto causar conflito e provocar mudanças. Quando as relações sociais estão relativamente estáveis, como no caso dos cursos universitários e da disciplina de Cálculo, existem regularidades nas ações dos indivíduos as quais ajudam a manter esta estabilidade. Da perspectiva weberiana, a compreensão das relações sociais parte da compreensão das ações do indivíduo.

Nosso recorte, do ponto de vista do aluno, busca a motivação ou o porquê para de suas ações. Isto é, busca as motivações psicológicas segundo as necessidades do aluno. As necessidades psicológicas básicas de crescimento e deficiência, de acordo com Abraham Maslow (MASLOW, 1966; MASLOW, 1970; GOBLE, 1970), permitem um alcance do porquê, que corresponde aos "tipos ideais de ação", como delineados por Weber.

De acordo com KALBERG (1994, p. 24-29), os componentes fundamentais da metodologia de Weber são 1) o individualismo metodológico, 2) uma compreensão interpretativa (*Verstehen*), 3) os *tipos ideais de ação* e 4) a pluralidade de motivos. Incorporamos o aspecto psicológico nos componentes de Weber, menos o componente de *tipos ideais de ação*, e adicionamos o componente motivações psicológicas. Estamos integrando a psicologia humanista de Maslow na metodologia de Weber por entender que as motivações psicológicas são importantes para a interpretação das ações do

aluno em torno dos seus estudos. Os componentes que fundamentam nossa análise estão descritos a seguir.

O individualismo metodológico enfatiza as ações do individual no estudo de fenômenos sociais. O indivíduo possui necessidades psicológicas, interpreta o mundo com base em suas experiências, possui intenções e age e atribui significados às suas ações.

A compreensão interpretativa (Verstehen) das ações do indivíduo é a unidade fundamental da análise sociológica de Weber. É uma compreensão tanto das razões e dos significados subjetivos das ações do indivíduo de acordo com Weber, quanto das motivações psicológicas.

Os tipos ideais de ação são construtos conceituais de "ação pura" dos quais a ação pode se aproximar, mas que não se encontram na realidade. Weber identifica quatro *tipos ideais de ação* diferenciadas pelas suas razões.

Tipos ideais de ação de Weber

Ação baseada no valor da ação em si, sem se importar com os resultados.

Ação baseada na escolha racional dos meios para alcançar os fins.

Ação por tradição ou hábito.

Ação por razões afetivas.

As motivações psicológicas, de acordo com a hierarquia de Maslow, são necessidades psicológicas básicas do ser humano que motivam suas ações. Estas necessidades são de dois tipos: crescimento e deficiência.

Hierarquia de necessidades de Maslow

Auto-atualização — Necessidade de crescimento

Estima

Pertencimento — Necessidades de deficiência

Segurança

Fisiologia

A pluralidade de razões motivadas trata-se que uma dada "forma externa" de ação, que é baseada numa variedade de razões e motivações, pode ser representada por uma combinação dos quatro tipos ideais de ação de Weber e as duas motivações psicológicas de Maslow.

Os *tipos ideais de ação, valor* e *meios-fins*, manifestaram-se na análise das conversas com os alunos. Ao colocar esses *tipos ideais* em ressonância com a hierarquia de necessidades psicológicas de Maslow encontramos uma correspondência com as necessidades de crescimento e deficiência. No contexto das exigências do programa do curso do aluno e das atividades desenvolvidas e nas avaliações elaboradas pelo professor de Cálculo, notamos que a maneira pela qual as atividades e as avaliações são administradas é capaz tanto de dar oportunidades para o aluno crescer, interagindo criativa e expressivamente com a Matemática, quanto de promover ou criar deficiências psicológicas, como insegurança, que dirigem o aluno a estudar para compensar essas deficiências.

Com base em Maslow, concebemos a aprendizagem como uma relação entre a matéria e o aprendiz. A relação que se desenvolve pode ser mais próxima, mais envolvente, comprometida, valorizada, ou seja, pessoal. Ou a relação pode ser mais fria, instrumental, por obrigação, convenção ou aproveitamento, ou seja, afastada. Desse modo, construímos no quadro abaixo os tipos ideais de aprendizagem.

Tipos Ideais de Aprendizagem

Aprendizagem pessoal	Aprendizagem afastada
Necessidade de crescimento: Conhecer, entender e realizar potencialidades. Caracterizada por curiosidade, atenção *'free floating'* e experiencial, paciência reflexiva e auto-expressão.	***Necessidades de deficiência***: Segurança e estima. Caracterizada por ansiedade, atenção dirigida e esforço.
Ação por valor: Devoção à atividade. Centrada no problema.	***Ação meios-fins:*** Instrumental, egocêntrico e *"coping"*.
Processo como objetivo da atividade: Imersão, busca de compreensão e coerência global.	***Resultado como objetivo da atividade:*** Alívio da ansiedade. Obtém conhecimentos e certezas locais.
Pensamento lógico-dialético: Divergente e convergente. Imaginação e criatividade. Construção de relações sintáticas – semânticas.	***Pensamento lógico-formal:*** Lógico-dedutivo. Categorização. Construção de cadeias sintáticas.
Auto-avaliação: Avalia suas idéias e seus trabalhos em relação às suas próprias experiências.	***Avaliação externa:*** Procura o parecer das autoridades para avaliar suas idéias e seus trabalhos.
Encontra-se na atividade: Identifica-se com a atividade e a relaciona com suas outras experiências. Sua personalidade se manifesta na sua fala sobre seu envolvimento na atividade em seus conflitos internos durante a atividade e na resolução ou não dos conflitos.	***Não se encontra na atividade:*** Preocupa-se em como lidar com a atividade. Faz o que é necessário para obter ou manter segurança. Interferências externas e seus êxitos e dificuldades em lidar com a atividade predominam na sua fala sobre a atividade

Quadro 1

Atualmente, estamos ainda definindo tanto os dois tipos ideais de aprendizagem quanto as suas características (veja quadro 1). Paralelamente, estamos analisando como as atividades desenvolvidas e as avaliações elaboradas pelo professor de Cálculo e o programa do curso do aluno favorecem ou inibem o desenvolvimento dos dois tipos ideais de aprendizagem.

Algumas observações

Os hábitos de estudo – hábito sendo um tipo ideal de ação de Weber – que o aluno traz do Ensino Médio para a faculdade dificilmente estão adaptados ao ritmo e ao grau de abstração que o professor apresenta nos conteúdos de Cálculo. Uma maneira pela qual o aluno se adapta é decorando as técnicas e algoritmos de exercícios específicos, enquanto no Ensino Médio os fixam por treinar pela repetição.

Uma programação "pesada" de avaliações como testes, provas, relatórios de experiências no laboratório e projetos das várias disciplinas do curso do aluno, promove uma rotina de estudos que o isola na preparação para avaliações.

Uma abordagem propedêutica de Cálculo, com exercícios nas avaliações isomórficos àqueles das listas de exercícios, norteia uma preparação para as avaliações que promove uma aprendizagem afastada.

A aprendizagem pessoal, que tem base na necessidade de crescimento e no envolvimento em uma atividade por valor, requer condições seguras quanto às necessidades de deficiência e uma variedade de oportunidades e meios distintos para se envolver na matéria.

Encontramos características complementares entre ambos os tipos ideais de aprendizagem, pessoal e afastada, e as representações cognitivas, alto nível e baixo nível, no modelo de representação e mudança cognitiva que tem base na idéia vygotskyana de zonas de desenvolvimento cognitivo (TCHOSHANOV, 2001).

Bibliografia

ARTIGUE, Michèle. The Teaching and Learning of Mathematics at the University Level: Crucial Questions for Contemporary Research in Education. Notices of the American Mathematical Society, Providence, RI: American Mathematical Society, v. 46, n. 11, Dec. 1999. p. 1377-1385.

BOOKMAN, Jack and FRIEDMAN, Charles P. A comparison of the problem solving performance of students in lab based and traditional calculus. In: DUBINSKY, Ed et al. (Eds.). Research in Collegiate Mathematics Education I, Providence, RI: American Mathematical Society, 1994, p. 101-116.

FREUND, Julien. Sociologia de Max Weber. Tradução de Luís Cláudio de Castro e Costa. (5. ed., orig. 1966), Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 2000, 210 p.

GOBLE, Frank G. The third force: the psychology of Abraham Maslow. New York: Washington Square Press, 1970, 208 p.

HEKMAN, Susan. Weber, the ideal type, and contemporary social theory. Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press, 1983. 213 p.

KALBERG, Stephen. Max Weber's comparative-historical sociology. Chicago: The University of Chicago Press, 1994, 221 p.

MASLOW, Abraham H. The psychology of science: a reconnaissance. The John Dewey Society Lectureship Series, n. 83. Arthur G. Wirth, Chairman. New York: Harper and Row, Publishers, 1966. 168 p.

MASLOW, Abraham H. Motivation and personality. 2. ed. (1. ed. 1954). New York: Harper and Row, Publishers, 1970. 369 p.

RINGER, Fritz. Max Weber's methodology: the unification of the cultural and social sciences. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press1997, 188p.

TCHOSHANOV, Mourat A. Representation and cognition: internalizing mathematical concepts. North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Working Group on Representations and Mathematics Visualization (1998-2001). Disponível em: <http://www.matedu.cinvestav.mx/tchoshanov.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2002.

Os Fatores que Influenciam na Relação dos Alunos com a Matemática.

Denise da S. R. Capuchinho
Dr.ª Márcia Maria Fusaro Pinto (Orientadora)
Dr.ª Maria Manuela M. S. David (Co-orientadora)
Universidade Federal de Minas Gerais

A questão inicial desta pesquisa, de caráter qualitativo, era estar investigando os fatores que contribuem para aquisição do pensamento matemático (David & Lopes, 2000). Como processo mental o pensamento matemático não é observável diretamente, mas pode-se observar algumas de suas manifestações:

- ✓ **Modelação** – o sujeito constrói uma idéia com a qual capta importantes aspectos de fenômeno descrito pelas palavras e/ou figuras.
- ✓ **Pensamento autônomo e flexível** – o sujeito apresenta soluções não canônicas ou explora outras possibilidades de solução baseadas em fatos estudados anteriormente
- ✓ **Inferência** – o sujeito lê e interpreta dados, definições, afirmações, tabelas, etc.
- ✓ **Prova e demonstração** – o sujeito busca explicações lógicas em fatos já estudados para justificar uma afirmação.
- ✓ **Generalização e abstração** – o sujeito generaliza conclusões de casos particulares ou seleciona aspectos comuns para diferentes situações.
- ✓ **Simbolismo** – o sujeito usa adequadamente a linguagem simbólica da matemática, sabendo traduzir matematicamente uma situação vivenciada por ele ou sabendo atribuir significado à simbologia matemática.

Optamos por uma pesquisa qualitativa, por permitir a flexibilidade para formular e reformular hipóteses à medida que esta se realiza , uma vez que nesta metodologia, a coleta de dados e a análise dos dados não são divisões estanques. As informações que se recolhem, geralmente, são interpretadas e hipóteses iniciais podem ser deixadas de lado e surgir outras (TRIVIÑOS, 1987). Como instrumentos de pesquisa utilizamos a observação em sala de aula, aplicação de um questionário sócio econômico e entrevistas semi-estruturadas com os alunos.

Durante a realização dessa investigação, foram se tornado mais freqüentes e presentes no discurso dos alunos questões mais gerais do que simplesmente a aquisição do pensamento matemático, tais como mudanças em sua vida acadêmica, influências positivas e negativas em sua relação com a matemática; o ambiente escolar e a influência da família. Pareceu-nos evidente não ser possível problematizar a aquisição do pensamento matemático sem levá-las em consideração.

Sendo assim, a fase inicial da coleta de dados sinalizou uma reformulação do objetivo desta pesquisa que passou a ser o estudo dos fatores que influenciam na relação dos alunos com a matemática. Nosso foco principal de interesse serão os fatores que influenciam positivamente nessa relação, que nos poderão dar elementos para a discussão da proposta inicial, aberta para estudo posterior, sobre os fatores que contribuem para o desenvolvimento do pensamento matemático.

A relação dos alunos com a matemática pouco tem sido abordado nas pesquisas em Educação Matemática. Fazendo uma revisão da literatura em periódicos, anais e revistas nacionais, foi possível observar que as pesquisas que se referem a esse tema foram desenvolvidas com maior freqüência a partir dos anos 90. Grande parte delas focam em atitudes em relação a matemática, de um ponto de vista mais restrito à psicologia.

No estudo em nos propomos desenvolver, buscamos ampliar esse referencial teórico, incluindo também discussões que vem acontecendo no campo da sociologia da educação. Consideramos que o tema relação do aluno com a matemática está longe de totalmente explorado no sentido de investigar os fatores que influenciam na relação dos alunos com a matemática. Esta questão, pode contribuir para o ensino-aprendizagem da matemática possibilitando uma maior compreensão de como/porque se estabelecem determinadas relações dos alunos com aquele saber.

Como campo de investigação desta pesquisa escolhemos o Colégio Técnico Federal (Coltec), localizado no Campus da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e que compõe, juntamente com a Escola de Ensino Fundamental, o Centro Pedagógico (CP) da UFMG. O objetivo dessa escola, perante a UFMG, é servir como campo de experimentação pedagógica para fins de estudo e pesquisas sobre os ensinos Fundamental, Médio e Profissional, e para a capacitação e aperfeiçoamento de professores.

O motivo pelo qual escolhemos o Coltec, primeiramente se deve ao fato do colégio ter uma estrutura e organização semelhante à da Escola de Ensino Fundamental onde já havíamos realizado uma pesquisa de Iniciação Científica (DAVID, CAPUCHINHO e MARQUES, 1997). Nessa última verificamos que os alunos da Escola de Ensino Fundamental por vezes apresentavam soluções diferentes, apoiadas mais nos conceitos que em procedimentos canônicos, além de serem questionadores e autônomos; evidenciavam também um uso mais freqüente e diversificado de formas de pensamento matemático, do que os alunos de outras escolas investigadas posteriormente (DAVID, CAPUCHINHO e MARQUES, 1998).

Levantamos então, a hipótese de que a estrutura e a proposta pedagógica dessa escola poderia estar contribuindo para a manifestação do pensamento matemático, ou seja, de certa forma interferindo na relação dos alunos com a matemática.

Em segundo lugar, escolhemos o Coltec como campo de pesquisa porque a faixa etária que consideramos mais adequada, para estar desenvolvendo esta nova etapa de nosso estudo, é a dos alunos do ensino médio, mais especificamente, do terceiro ano do ensino médio. Esses alunos têm uma maior vivência com a matemática do que os alunos da Escola do Ensino Fundamental e gostaríamos de garantir que através do discurso deles pudéssemos observar um maior número de fatores, que poderiam estar interferindo em sua relação com a matemática. Se a escolha da escola para a coleta de dados fosse feita de forma aleatória, correríamos dois riscos: primeiro, de perder por exemplo um fator que estudos anteriores nos levaram a considerar como interessante analisar - a estrutura e a proposta pedagógica da escola; segundo, o de não encontrar uma amostra rica, ou seja, encontrar um número muito reduzido de alunos com um raciocínio independente e postura de autonomia no que diz respeito ao seu processo de aprendizagem e que manifestem formas diversificadas de pensamento matemático (DAVID, CAPUCHINHO, MARQUES,1998). Com efeito, o processo de seleção e o elevado índice de candidato/vaga no Coltec, nos permite supor que aí possamos encontrar com "maior facilidade" alunos com tais características.

No Coltec, escolhemos acompanhar um professor que adota um discurso que torna a aula imprevisível, isto é, o desenrolar da aula não é muito linear, porque o professor segue e explora as colocações feitas pelos alunos. Isto me permite identificar com maior facilidade as diferentes formas de pensamento matemático utilizadas pelos alunos. Certamente nossa pesquisa evidenciou que a atuação deste professor é um dos fatores, porém não o único, que contribui para que os alunos se envolvam nas atividades propostas nas aulas de matemática.

Esse professor classifica os bons alunos em matemática em três grupos: 1.) os alunos brilhantes, que resolvem os problemas de forma criativa, sempre buscando soluções menos trabalhosas, mesmo para aqueles problemas considerados fora de seu alcance. Em geral, estes alunos não tem interesse por questões rotineiras, preferindo as que apresentam algum desafio. Porém nem sempre eles obtêm bons resultados escolares; 2.) os que tem facilidade em matemática, isto é, que gostam da disciplina e resolvem facilmente os problemas apresentados. Porém suas soluções não são necessariamente "brilhantes", 3.) o aluno de "bom resultado", isto é, aquele que obtêm boas notas (MACHADO, 1998). Para este mesmo professor alunos com dificuldades em matemática são identificados por não dominarem a linguagem matemática e terem preconcebida a idéia de que a matemática é difícil.

À esse professor solicitei a indicação, dentre as turmas do terceiro ano que lecionava e levando em consideração esta sua classificação, as que possuíssem um maior número de alunos com facilidade em Matemática, isto é, as melhores turmas em matemática, de acordo com seu ponto de vista.

Solicitei também ao professor a indicação de alunos dessas turmas que tivessem facilidade em matemática e alunos com dificuldade em matemática.

Nessas turmas apliquei inicialmente um questionário, com a finalidade de caracterizar/descrever o grupo de alunos, de acordo com os seus traços gerais (idade, curso em que se inscreveu no vestibular, ocupação dos pais, escolaridade dos pais, etc.).

Realizei ainda observações em sala de aula para subsidiar a minha seleção dos alunos para as entrevistas, a partir da indicação do professor. Acompanhei as turmas selecionadas durante um período de três meses no segundo semestre de 2000. Fiz anotações das aulas observadas num caderno de campo e gravações em áudio.

Ao selecionar os sujeitos dessa pesquisa o meu olhar considerou:

1. O ponto de vista do professor sobre as características de um aluno com facilidade/dificuldade em matemática;
2. As minhas observações de sala de aula, identificando as características (ou ausência delas) discutidas em DAVID, CAPUCHINHO e MARQUES (1998)
3. O resultado do vestibular da UFMG.

Selecionei para a entrevista onze alunos com facilidade em matemática e cinco com dificuldades, todos indicados pelo professor. Acrescentei a este grupo dois alunos, aprovados no vestibular da UFMG, um no curso de Medicina Veterinária e o outro no curso de Física Licenciatura. Eles despertaram meu interesse porque não participavam das aulas: a presença deles quase não era percebida e sentavam no fundo da sala mais separados dos demais. Pelo fato de demonstrarem dificuldade na leitura e interpretação de questões, de recorrerem a modelos para resolução dos problemas, eu os considerei alunos com dificuldade em matemática e tive interesse em investigar sua relação com este conteúdo.

As entrevistas foram objeto de uma análise em termos de prática de linguagem – análise do discurso e de conteúdo, buscando identificar os fatores que influenciam na relação dos alunos com a matemática através das representações que os alunos têm deles.

Mainguenau (1997) cita que de acordo com Pêcheux: "a análise de discurso não pretende se instituir como especialista da interpretação, dominando o sentido dos textos; apenas pretende construir procedimentos que exponham o olhar-leitor a níveis opacos à ação estratégica de um sujeito (...). O desafio crucial é o de construir interpretações, sem jamais neutralizá-las, seja através de uma minúcia qualquer de um discurso sobre o discurso, seja no espaço lógico estabilizado com pretensão universal.".

A análise de conteúdo se fez pertinente por possuir duas funções que na prática podem ou não dissociar-se (BARDIN ,1977): uma função heurística - a análise de conteúdo enriquece a tentativa exploratória, aumenta a propensão à descoberta; é a análise de conteúdo "para ver o que dá"; e uma função de "administração da prova", hipóteses sob a forma de questões ou de afirmações provisórias servindo de diretrizes, apelarão para o método de análise sistemática para serem verificadas no sentido de uma confirmação ou de uma infirmação - é a análise de conteúdo "para servir de prova". Entendemos a análise de conteúdo como, "um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens." (BARDIN ,1977).

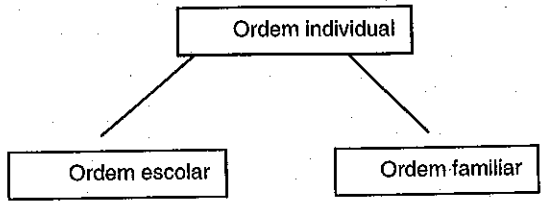
A partir da análise inicial dos dados coletados, através da análise do discurso dos entrevistados, foi possível perceber que as influencias positivas e negativas com relação a matemática tanto no ambiente escolar com também fora dele poderiam ser agrupados em eixos de três ordens distintas:

1. De ordem individual;
2. De ordem familiar;
3. De ordem escolar.

Estes eixos chegaram a ser explicitados na fala de uma aluna:

> *"o aprendizado para mim ele é um triângulo... de lado está a família e o incentivo dela... tem o professor ... e tem o aluno por si só neste triângulo... então a base está assim oh...a base tá o professor... e os pais cada um nas arestas... nas pontas ... e em cima está o aluno... nesse aluno eu falo na disposição dele aprender a matéria... no caso a matemática... nisso inclui... a disposição do aluno para estudar... assim é isso a base... a síntese ... o professor eu incluo também a escola... com os materiais dela ... porque quanto mais... se você tiver uma ferramenta tal qual o computador... que estimula a criatividade... que eu acho importantíssimo pra qualquer matéria... qualquer matéria de verdade... eu estou incluindo o computador que dá recursos gráficos... visuais... essas coisas assim... isso eu incluo com o professor..."* .

Através de gestos durante sua fala, a aluna representa os eixos como no esquema abaixo:



Um melhor entendimento dos resultados desta análise foi construído a partir da teoria de Charlot e equipe (2000), que discutem a questão de relação com o saber: "a relação com o saber é o conjunto das relações que um sujeito mantém com um objeto, um 'conteúdo de pensamento', uma atividade, uma relação interpessoal, um lugar, uma pessoa, uma situação, uma ocasião, uma obrigação, etc., ligados de uma certa maneira com o aprender e o saber; e, por isso mesmo, é também relação com a linguagem, relação com o tempo, relação com a ação no mundo e sobre o mundo, relação com os outros e relação consigo mesmo enquanto mais ou menos capaz de aprender tal coisa, em tal situação." (Charlot, 2000, p.81).

Como podemos perceber na definição de relação com o saber, não há relação com o saber sem um sujeito, pois, o saber é produzido pelo sujeito confrontado a outros sujeitos e esse sujeito é um ser singular, desejante e que está inserido em relações sociais. Desse modo, "a relação com o saber é o próprio sujeito, na medida em que deve aprender, apropriar-se do mundo, construir-se. O sujeito é relação com o saber." (Charlot, 2000, p.82).

Há então, uma descrição do sujeito como alguém que tem uma história e que, enquanto aluno, ao mesmo tempo é faz coisas. E por isso, considera-se essencial levar em conta a história singular dos alunos no sistema escolar (encontros, acontecimentos, etc.).

Apoiando-nos nesse entendimento da sociologia do sujeito de Charlot, fizemos uma leitura longitudinal dos dados coletados, apresentando-os de modo a recuperar a história acadêmica de cada sujeito participante dessa pesquisa.

Nesse momento da pesquisa estamos, a partir dessas histórias dos alunos, organizando uma leitura transversal identificando os fatores que influenciam na relação dos alunos com a matemática. Entendemos estes fatores, de acordo com a teoria de Charlot e equipe (2000), como sendo os móbiles da relação dos alunos com a matemática:

"Mobilizar-se, porém, é também engajar-se em uma atividade originada por móbiles, porque existem "boas razões" para fazê-lo. Interessarão, então, os móbiles da mobilização, o que produz a movimentação, a entrada em atividade." (Charlot, 2000, p.55).

Bibliografia

BARDIN, L. Análise de conteúdo, trad. Luís A. Reto e Augusto Pinheiro – edições 70, 1977.

CHARLOT, B. Relação com o saber e com a escola entre estudantes da periferia. In: Cadernos de pesquisa, São Paulo, n.º 97, maio, 1997, p.47-63.

_____. Da relação com o saber – Elementos para uma teoria, trad. Bruno Magne. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

_____. Os jovens e o saber – Perspectivas mundiais, trad. Fátima Murad. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

DAVID, M. Manuela M. S., CAPUCHINHO, Denise S. R., MARQUES, Alisson A. . Sucesso e Fracasso em matemática. In: VI Semana de Iniciação Científica da UFMG, 1997, Belo Horizonte. Anais, p.406.

DAVID, M. Manuela M. S., CAPUCHINHO, Denise S. R., MARQUES, Alisson A. . o bom relacionamento professor-alunos e o sucesso dos alunos em matemática: algumas relações. In: VII Semana de Iniciação Científica da UFMG, 1998, Belo Horizonte. Anais, p.356.

DAVID, M. Manuela M. S. & LOPES, Maria da Penha. Falar sobre Matemática é tão importante quanto fazer Matemática. Revista Presença Pedagógica. V. 6, n.º 32, mar./abr. 2000, p. 17-32.

MACHADO, A.C. A aquisição do conceito de função: Perfil das imagens produzidas pelos alunos. In: Dissertação de Mestrado – FAE/UFMG (1998).

MAINGUENEAU, D. Novas tendências em análise do discurso, trad. Freda Indursky. – Campinas: Editora Pontes, 1997.

Modelagem Matemática em um Contexto de Questões Ambientais Aplicada ao Ensino Fundamental

Denise Helena Lombardo Ferreira
Orientadora: Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki
UNESP – Campus de Rio Claro

I – Introdução

Este trabalho relata uma pesquisa realizada com alunos da 7ª. série de uma escola estadual do município de Rio Claro, estado de São Paulo, envolvendo Modelagem Matemática aplicada às questões ambientais relacionadas ao município.

Para a elaboração dos modelos, os alunos usaram vários conteúdos matemáticos já vistos em sala de aula. Em geral, os alunos apresentavam muitas dificuldades ao utilizar os conteúdos matemáticos em uma situação real.

A maioria dos alunos envolvidos nessa pesquisa diziam não gostar de matemática, porém nos nossos encontros os alunos se mostravam bastante empenhados, a minha interpretação é que os alunos trabalhavam com a matemática sem ter consciência disso.

Os modelos desenvolvidos pelos alunos não serão apresentados, o enfoque será dado aos resultados coletados pelas entrevistas.

II - Justificativa

A escola deve ser capaz de desenvolver nos alunos capacidades intelectuais que lhes permitam assimilar plenamente os conhecimentos acumulados. Isto quer dizer que ela não deve se restringir a transmissão de conteúdos, mas principalmente, ensinar o aluno a pensar, ensinar formas de acesso e apropriação do conhecimento elaborado, de modo que ele possa praticá-las autonomamente ao longo de sua vida, além de sua permanência na escola. Cada vez mais, a sociedade requer indivíduos capazes de resolver problemas, de raciocinarem e agirem com flexibilidade perante a mudanças, então parece natural estimular o desenvolvimento de aplicações da Matemática.

Dada a grande importância da temática ambiental nos últimos dias, a junção da matemática com questões ambientais pode proporcionar um maior interesse dos alunos pelo aprendizado da matemática, além de proporcionar alunos mais conscientes no tocante a problemática ambiental, implicando em mudanças de atitudes.

Nesse sentido, Skovsmose (2001) ao dizer que uns dos objetivos da educação matemática, é habilitar os alunos em aplicar a matemática na sociedade, utilizar a matemática para auxiliar no entendimento da realidade. A sua preocupação está voltada em formar alunos com poder de argumentação através do pensamento reflexivo, com comprometimento com a realidade.

Também, os estudos de Souza (2001, pág. 47) nos coloca que:

"...as questões sócio-ambientais quando trabalhadas sistematicamente na escola, fornecem aos alunos reflexões oriundas da questão ambiental que têm possibilidade e de um tratamento matemático.

III – Objetivos e Questões do estudo

O objetivo desse estudo é observar e compreender como a matemática pode auxiliar os alunos do ensino fundamental na reflexão crítica da realidade e na formação de uma consciência ambiental; analisando o desempenho e as dificuldades dos mesmos no envolvimento com a Modelagem Matemática aplicada às questões ambientais.

Considerando esse objetivo, surge as seguintes questões:

De que maneira a matemática pode auxiliar os alunos do ensino fundamental a reconhecerem e lidarem com questões ambientais presentes no seu cotidiano? Isso auxilia os alunos na reflexão crítica da realidade e na formação de uma consciência ambiental?

No envolvimento com a Modelagem Matemática aplicada às questões ambientais, qual é o desempenho dos alunos e quais são suas principais dificuldades?

IV - Metodologia

Dado o caráter dessa investigação, que requer um maior envolvimento entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa, isto é, uma investigação voltada à produção de dados descritivos, obtidos através de observações diversas, questionários e entrevistas, a opção metodológica utilizada foi a pesquisa qualitativa.

Os participantes do estudo foram dez alunos voluntários de várias sétimas séries do período matutino do ensino fundamental de uma escola estadual de Rio Claro.

V – A pesquisa e os resultados

As atividades tiveram duração de um ano. No início havia vários alunos, porém no decorrer do ano houve algumas desistências por motivos variados, totalizando apenas dez alunos.

Os encontros aconteciam no horário contra-turno. Fazia uso da sala de aula, da sala dos computadores e também de saídas ao campo.

No desenvolvimento do trabalho, segundo o percurso de Modelagem (Bassanezi, 1994) os alunos escolheram os temas, no caso em questão, relacionados com o meio ambiente, e dividiram em grupos. Os temas escolhidos por eles foram: Lixo, Água, Energia Elétrica e Desmatamento.

Em seguida tentava ajudá-los a direcionar algumas perguntas com o objetivo de levantar problemas relacionados aos temas. Paralelamente os alunos pesquisavam em várias fontes: bibliotecas, prefeitura e órgãos responsáveis, coletando dados para trabalhar com a matemática.

Para confeccionar os modelos, os alunos tiveram que entrar em contato com vários órgãos do município de Rio Claro. Tiveram oportunidade de utilizar as ferramentas Word e Excel, fato de grande importância, considerando que a maioria desses alunos não possuem computador em suas residências.

A seguir são relatados alguns depoimentos dos participantes em relação a matemática e a temática ambiental, obtidos por intermédio da entrevista e de minhas observações nos encontros. Os alunos citados foram nomeados por pseudônimos com o objetivo de preservar as suas identidades, como sugere a ética da pesquisa qualitativa (Miles&Huberman, 1994).

Mário

" a dificuldade da matemática é saber montar a conta".

"muito obrigado por poder participar, aprendi muito com esse projeto".

Educação Ambiental:

"aprendi como medir árvore, o volume da árvore"

"Tem tanta gente gastando água potável lavando carros, calçadas. Um dia vai acabar a água, coisa que não vai demorar muito".

Beatriz

"vejo a matemática como um fracasso porque é muito difícil"

"acho importante a matemática, tudo na vida tem matemática, para ir no banco, no supermercado".

Educação Ambiental:

"hoje estou mais atenta, não jogo lixo no chão, não desperdiço água".

"aprendi mais curiosidades sobre o meio ambiente".

Aline

"acho importante a matemática porque a matemática tem em qualquer lugar, no dia-a-dia de cada um. Em qualquer lugar que você vá, vai precisar dela, se você viajar vai precisar dela".

"para entender matemática você tem que gostar da matéria, tem que ter sabedoria e paciência, porque é uma matéria bem complicada".

"o que mais ajuda a entender a matemática é o modo que a professora explica, ela explica com paciência e calma. Se você está com dificuldades ela vai na sua carteira e explica como é o exercício".

"eu aprendi porque eu gostava da matéria e também porque eu comecei a me dedicar, eu achei que a matemática é muito importante, que eu ia precisar dela em qualquer lugar, aí eu comecei a me dedicar mais".

"pra mim o sucesso da matemática é porque eu acho essa matéria muito importante".

"passei a gostar mais da matemática, porque agora eu tenho a certeza de que vou precisar dela em qualquer lugar onde esteja".

Educação Ambiental:

"eu aprendi que não pode desperdiçar a água, eu era muito desperdiçadora".

"a gente tem que sempre manter o ambiente limpo, sempre cuidar da natureza, sem a natureza não somos nada. Jogar menos lixo".

"aprendi bastante com esse projeto, aprendi que não deve estragar, porque o que você está vivendo é o meio ambiente e se estragar você está estragando onde você mora".

"temos que economizar água para no futuro não ficarmos sem água".

Vanessa

"eu gostei de tudo, menos no Horto quando o engenheiro florestal começou a explicar umas coisas difíceis na lousa, porque eu não entendi nada".

Educação Ambiental:

"aprendi bastante coisa sobre o meio ambiente".

"aprendi que a água é muito importante. Eu nunca tinha ido no DAAE".

"temos que economizar água para não faltar e para os rios não secarem".

Carlos

"ficar vendo só o professor não aprende, tem que ficar pensando, tem que exercitar a memória".

"aqui aprendi coisa mais moderna".

"esse projeto é parecido com o projeto da TV Educativa Futura".

Educação Ambiental:

"deixo a lâmpada menos acesa, uso menos a TV, menos tempo no banho".

Renato

"é claro que a matemática é importante, porque a matemática ensina muita coisa".

"gostaria de ter atividades desse tipo porque aprenderia mais".

"agora eu acho que a matemática é importante, aprende mais as coisas".

Educação Ambiental:

"antes eu jogava papel, latinha na rua, agora eu guardo e vendo a latinha".

Cristina

"vim participar do projeto para não ficar dormindo em casa, porque não aprendo nada dormindo".

"acho importante aprender matemática porque quando a gente crescer vai precisar".

Educação Ambiental:

"não jogo papel nas ruas; agora economizo água, lavo a louça, ensabôo e depois enxáguo".

Mariana

"nada ajudaria a entender matemática, não entra na minha cabeça".

"gosto só de fazer gráfico".

"gostaria que as aulas de matemática fossem fazendo compra, no shopping, se divertindo".

"não tenho muita paciência, eu gosto de tudo rápido"

Educação Ambiental:

"hoje eu não jogo mais lixo no chão".

Gabriel

"prefiro a matemática com problemas reais. Não dá prá entender o que a professora fala e quando é real entende. Tem que sair mais, a gente só fica na sala, só lousa. A professora tem que mostrar prá que serve".

"achei ótimo usar o computador, não sabia usar muito bem, quando nois usa é só coisa chata, quando eu fui com a professora de Ciências no computador, só podia olhar, não podia mexer".

"não gosto de matemática porque demora prá aprender e porque irrita também usar a cabeça para essas coisas, tem que pensar bastante"

"aprendi bastante coisa aqui, comecei a gostar mais de matemática, não fico tão irritado".

Educação Ambiental:

"aprendi a ver quanto gastava no mês de energia".

Daniel

"acho que nada me ajudaria a entender matemática, é complicado".

"a professora escreve muito na lousa, ela não explica muito, não dá tempo prá fazer exercícios. Na lousa ninguém vai. Enche a lousa de lição e logo a professora já começa a fazer o exercício, não dá tempo pró aluno. De um dia pró outro a professora muda de matéria"

"prá entender a matéria eu peço prós amigos que entenderam explicar prá mim".

"dá dor de cabeça de tanto pensar, nos exercícios com letras, você tem que chegar no resultado e eu não consigo".

Educação Ambiental:

"atingi a meta de energia".

"não jogo lixo no chão, agora falo para a minha mãe não jogar lixo no chão".

VI - Considerações Finais

Em geral os alunos que decidiram participar das atividades eram classificados pelas suas professoras na categoria de regulares a ruins. Porém, nas atividades desenvolvidas nessa pesquisa, os alunos participavam com entusiasmo. Durante o ano corrente, a dedicação deles foi surpreendente, muitas vezes alguns ficavam sem almoçar esperando o nosso encontro, outros retornavam às suas residências após o período da aula, porém com pouco tempo que lhes era disponível, almoçavam e faziam longas caminhadas para chegar em tempo para às nossas reuniões.

Foram vários os fatores que favoreceram o comportamento dos alunos com os trabalhos realizados. Dentre eles, podemos citar que desenvolveram atividades em um ambiente fora de sala de aula, tratando de temas interessantes a eles, a temática ambiental. Além disso, o envolvimento da pesquisadora foi muito importante, tendo em vista que os alunos puderam sentir amparados numa relação de confiança, atenção e respeito, considerando que muitas vezes o ambiente da sala de aula não proporciona tal sentimento entre professores e alunos.

VII – Bibliografia

BASSANEZI, R. Modelagem Matemática. Dynamics, Blumenau, v. 2, n. 7, p. 55-83, abril/jun, 1994.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. N. Qualitative data analysis: an expanded sourcebook. 2. ed. Thousand Oaks: Sage, 1994. 338 p.

SKOVSMOSE, O. Educação Matemática Crítica, 2001, Papirus, 160 p.

SOUZA, A. C. C. O sujeito da paisagem e de Educação Ambiental, tese de livre docência, UNESP- Rio Claro, 2001, 156 p.

Crenças, Concepções, Conhecimentos e Saberes do Professor de Matemática: Ideário Pedagógico do Professor

Autora: Diana Jaramillo
Orientador: Dario Florentini
Instituição: Unicamp

Uma verdadeira viagem de descoberta não é a de pesquisar novas terras, mas a de ter um novo olhar.
Marcel Proust

Apresentação

Podemos apontar como vanguardista nos estudos sobre crenças e concepções dos professores de Matemática os trabalhos e pesquisas desenvolvidos por Alba Thompson. Neles, a autora descreve, a partir de diferentes revisões bibliográficas, o que são as crenças, os sistemas de crenças, as concepções, os conhecimentos, a diferença entre crenças e concepções, dentre outros temas. Da mesma forma, ela sugere alguns caminhos investigativos a serem explorados. Outros autores como Cooney et al (1997), Fennema et al (1997), Flores (1995), Llinares (1998), Ponte (1992, 1994) e Santos (1999) têm desenvolvido também pesquisas nesta área, destacando, dentre outros, aspectos importantes do conhecimento que o professor possui e sua influência na prática escolar.

Embora consideramos a importância destes trabalhos, neste estudo estamos tentando retomar estes termos desde uma outra visão. Uma visão que atenda mais aos novos paradigmas epistemológicos sobre o conhecimento, talvez inserida no paradigma da pós-modernidade. Uma visão que retome, novamente, a experiência como elemento fundamental do desenvolvimento humano, da constituição do sujeito e, em especial, da formação inicial e continuada do professor. Uma visão que assuma, protagonicamente, a complexidade que a prática pedagógica envolve.

Assim, estamos entendendo o termo "ideário pedagógico" como um constructo que diz respeito às crenças, concepções, conhecimentos e saberes do professor, como um todo, o qual resulta consciente ou inconscientemente de uma série de vivências, leituras e aprendizados, em suma, da experiência adquirida pelo professor através de sua vida (pessoal e profissional).

Este ideário está sendo estudado, nos futuros professores de Matemática, através da pesquisa *(Re)-constituição do Ideário de Futuros Professores de Matemática num contexto de Investigação sobre a Prática Pedagógica"*, desenvolvida nas disciplinas Prática de Ensino e Estágio Supervisionado I e II da Licenciatura em Matemática da Unicamp, e financiada pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Sao Paulo (FAPESP).

Desta forma, apresentamos neste trabalho, inicialmente, uma revisão bibliográfica sobre os termos crenças, concepções, conhecimentos e saberes do professor; posteriormente, mostraremos nosso olhar sobre o ideário pedagógico e sua relação com a prática pedagógica; e, finalmente, a modo de exemplo, ilustraremos alguns elementos que temos considerado constituitivos do ideário de um futuro professor de Matemática.

Sobre as Crenças

Thompson (1992) caracteriza as crenças da seguinte forma:

- As crenças podem ser mantidas com vários graus de convicção.
- As crenças não são consensuais, elas necessariamente não estão associadas a uma verdade ou a uma certeza. Elas têm uma conotação de falibilidade/discutibilidade.
- As crenças, amiúde, incluem sentimentos, memórias vividas (produto das experiências pessoais) e suposições sobre a existência de entidades e mundos alternativos.

Green (1971) *apud* Thompson (1992) concebe a existência de um sistema de crenças que funciona de forma similar a uma estrutura cognitiva num domínio conceitual particular. Portanto, estes sistemas são dinâmicos em sua natureza e podem mudar dependendo do confronto que os indivíduos fazem entre suas crenças e suas próprias experiências.

Santos (1999) expressa que cada indivíduo tem seu próprio sistema de crenças, o qual internaliza suas próprias experiências através de um processo de filtração que depende fundamentalmente do contexto sociocultural no qual o indivíduo se desenvolve.

Para Ponte (1994), as crenças são "verdades" que não podem ser controvertidas, são "verdades" pessoais de cada indivíduo, derivadas da experiência ou da fantasia. Elas têm uma forte componente afetiva e avaliativa.

De outro lado, Pajares (1992), tentando esclarecer o constructo "crenças", expõe que existe uma grande variedade de termos usados quando se trata das pesquisas sobre as "crenças e imagens" dos professores, na sua etapa inicial de formação. São usados termos como: crenças, atitudes, valores, juízos, axiomas, opiniões, ideologia, percepções, concepções, sistema conceitual, preconcepções, disposição, teorias implícitas, teorias explícitas, teorias pessoais, processos mentais internos, regras da prática, princípios práticos, etc. Esta "variedade semântica", coloca o autor, não está permitindo que os resultados das pesquisas possam ser comparados, pois, geralmente, os padrões conceituais são diferentes. O autor advoga pela limpeza do termo "crença" e a compreensão consciente do significado do mesmo, tendo em conta que ele pode converter-se num importante constructo em pesquisa educacional.

Assim, este autor faz uma síntese dos achados sobre o termo crença, fazendo a ressalva que eles são oferecidos, não como um conjunto de verdades categóricas, mas sim como afirmações fundamentais que podem ser feitas quando se inicia um estudo de crenças educacionais de professores. Alguns destes achados são os seguintes:

- As crenças são formadas inicialmente e tendem a se auto-perpetuar.
- Os conhecimentos e crenças estão entrelaçados, mas o potencial afetivo, avaliativo, e a natureza episódica das crenças as torna um filtro através do qual novos fenômenos são interpretados.
- As crenças epistemológicas têm um importante papel na interpretação do conhecimento e na monitoração cognitiva.

- As crenças são priorizadas de acordo com suas conexões ou relacionamentos com outras crenças ou outras estruturas cognitivas e afetivas. Inconsistências aparentes podem ser explicadas explorando as conexões e a centralidade das crenças.

- As crenças são instrumentos para definir tarefas e selecionar as ferramentas cognitivas com as quais interpreta, planeja e toma decisões, respeitando tais tarefas; ainda, elas têm um papel crítico para definir o comportamento e organizar conhecimento e informação.

- As crenças do indivíduo afetam fortemente seu comportamento.

- As crenças podem ser inferidas e esta inferência deve levar em consideração a congruência entre afirmações de crenças de indivíduos, a intencionalidade para agir de maneira predisposta e o comportamento relatado para a crença em questão.

Sobre o conhecimento

O conhecimento, segundo Scheffler (1965) *apud* Thompson (1992), deve satisfazer uma condição de verdade, um critério de validade. Sob uma perspectiva epistemológica tradicional, o conhecimento caracteriza-se por um acordo geral sobre os procedimentos para avaliar e julgar sua validade, devendo-se explicitar os critérios e procedimentos utilizados.

Ponte (1994) refere-se ao conhecimento como uma ampla rede de conceitos, imagens e habilidades inteligíveis dos seres humanos.

García (1999) baseia-se nos estudos desenvolvidos por Ball (1991), Brome (1994), Browm & Cooney (1982), Ernest (1989) e Thompson (1992) para destacar que as crenças afetam as ações dos professores, e que as crenças sobre a Matemática e seu ensino podem ser consideradas como parte do conhecimento do conteúdo pedagógico.

Sobre as concepções

Com relação ao termo concepção, Thompson (1992: 132) o assume como um termo mais abrangente, que envolve o termo crenças e que está intimamente relacionado com algumas tendências filosóficas da Matemática:

> *A concepção de um professor sobre a natureza da Matemática pode ser vista como crenças, conceitos, significados, regras, imagens mentais e preferências, conscientes ou inconscientes desse professor, em relação à Matemática. Essas crenças, conceitos, opiniões, pontos de vista e preferências, constituem os rudimentos de uma filosofia da Matemática, embora para alguns professores elas podem não estar desenvolvidas e articuladas numa filosofia coerente.*

Thompson (1992), de um lado, menciona o trabalho de Ernest (1988), no qual são caracterizadas três concepções da Matemática, baseadas fundamentalmente na significação filosófica da Matemática:

1. Uma visão da Matemática dinâmica. Seus resultados não estão prontos, eles estão abertos para serem revisados. Esta concepção baseia-se na resolução de problemas.

2. Uma visão da Matemática como conhecimento estático, mas também unificado. A Matemática mostra-se com um produto monolítico, estático e imutável. Ela é descoberta, não criada (baseia-se no platonismo).

3. Uma visão da Matemática instrumental. A Matemática compõe-se de uma acumulação de fatos, regras e habilidades não relacionados, mas úteis.

E, de outro lado, Thompson (1992) menciona o trabalho de Lerman (1983), identificando duas concepções alternativas da natureza da Matemática: a absolutista e a falibilista; correspondentes, respectivamente, a duas escolas de pensamento enfrentadas na filosofia da Matemática: a euclidiana e a quase-empírica. A euclidiana, que abrange os trabalhos das escolas logicista, intuicionista e formalista, que procuram estabelecer sistematicamente uma verdade final. E a quase-empírica que procura fundamentar o trabalho matemático a partir de hipóteses que poderão ser refutadas através de contra-exemplos. Assim, desde a perspectiva absolutista, a Matemática baseia-se em fundamentos absolutos, universais e certos; e desde a perspectiva falibilista, a Matemática desenvolve-se através de conjecturas, provas e refutações, e a incerteza é inerente a esta disciplina.

Com relação às diferentes concepções filosóficas da Matemática, Cury (1994) desenvolve um capítulo na sua tese de doutorado sobre algumas considerações das idéias a nível filosófico que têm influenciado os matemáticos e os professores de Matemática. A autora faz um percuso que vai desde as idéias de Platão, Aristóteles, Descartes, o logicismo, o formalismo e o intuicionismo, até chegar às idéias de Lakatos.

Para Ponte (1994), as concepções são construções cognitivas que podem ser vistas como marcos de organização de conceitos; elas são essencialmente metafóricas. Para este autor, tanto as crenças quanto as concepções fazem parte do conhecimento.

Sobre os saberes

O saber é considerado, segundo Llinares (1998), como *"o conhecimento prático pessoal"* do professor/futuro professor. Isto é, o saber é o conhecimento mediado pelas experiências produzidas a partir da prática pedagógica. Os saberes dos professores se constroem através da cotidianidade nas diferentes escolas e podem estar ou não remitidos aos aprendizados adquiridos nos programas de formação inicial (Rockwell & Mercado, 1993). Em outras palavras, o saber é a apropriação que um sujeito particular faz dos conhecimentos e conteúdos de seu meio, incorporando neles sua própria experiência, conseguindo realizar diferentes tipos de ações cotidianas (Caldeira, 1995). Para Fiorentini *et al* (1999: 18), o saber docente é concebido:

> *como um saber reflexivo, plural e complexo porque histórico, provisório, contextual, afetivo, cultural, formando uma teia, mais ou menos coerente e imbricada de saberes científicos -oriundos das ciências da educação, dos saberes das disciplinas, dos currículos- e de saberes da experiência e da tradição pedagógica.*

Nosso Olhar Sobre as Crenças, Concepções, Conhecimentos e Saberes dos Professores: Ideário Pedagógico

Ideário

Realmente não é de nosso interesse, na investigação da qual este trabalho faz parte, fazer um estudo aprofundado desde a psicologia e/ou outras áreas dos termos crenças, concepções, conhecimentos/saberes. Também não é de nosso interesse determinar, num dado momento, se uma reflexão, discussão, aporte ou narrativa de um dos protagonistas da pesquisa pode ou não ser classificado como crença, concepção, conhecimento ou saber. Isto porque, desde nossa perspectiva, estes são termos que estão imbricados, sendo difícil determinar o limite de um para saber o começo do outro. Observemos que, na revissão bibliográfica mencionada acima, para alguns autores já existe certas imbricações entre os termos. Por exemplo, um conhecimento num determinado momento constitui-se em um saber que passa a modificar uma crença e esta, por sua vez, constitui-se em uma outra nova crença (Thompson, 1992). Ou, reciprocamente, uma crença, através do tempo, pode ser aceita como conhecimento se forem construídas teorias que a fundamentem.

Nosso verdadeiro interesse é, assumindo estes termos como um todo, estudar a possível mudança, (re)constituição, ou ressignificação que o ideário do futuro professor possa ter a partir de uma formação inicial que permita e promova a reflexão/investigação sobre a prática pedagógica.

Como já foi dito anteriormente o termo "ideário" está sendo entendido como um constructo que diz respeito às crenças, concepções, conhecimentos/saberes do professor, o qual resulta consciente ou inconscientemente de uma série de vivências, experiências, leituras e aprendizados, adquiridos, pelo professor, através de sua vida pessoal e profissional. O ideário do futuro professor de Matemática vem sendo construído, primeiramente, através de sua formação incidental e inicial. Posteriormente, já como professor, este ideário continua a se desenvolver a partir das experiências profissionais produzidas através da prática pedagógica.

Nosso intuito, ao usar o termo ideário pedagógico, não é contribuir nessa "dispersão semântica" que preocupa a Pajares, a outros autores e também a nós.

Porém, considerando,

- em primeiro lugar, a mudança paradigmática da concepção do conhecimento, que está ocorrendo nestas últimas duas décadas, tanto nas "ciências exatas" quanto nas ciências da educação; uma mudança que pretende não ver mais o conhecimento desde uma perspectiva moderna, senão que tende a superar alguns critérios dessa modernidade (Morin, 1982; 1999). Neste sentido, estamos assumindo que o conhecimento está em constante relação com a subjetividade de cada indivíduo. Retomamos aqui as palavras de Kincheloe (1997: 156): *"se o conhecimento, entretanto, é visto simplesmente com um corpo externo de informações independente dos seres humanos, então o papel do professor é tomar este conhecimento e inseri-lo nas mentes dos estudantes"*.

- e, em segundo lugar, que a partir desta nova visão do conhecimento, uma crença ou concepção não está isoladamente constituída, já que elas constituem-se como parte de uma trama complexa que diz respeito a conhecimentos, saberes, práticas, ações, experiências, ideologias, pensamentos e sentimentos de cada indivíduo,

preferimos, então, usar o termo "ideário" para atender a essa multiplicidade de aspectos do pensamento e conhecimento do professor. Contudo, queremos ressaltar que o verdadeiro valor do "ideário" do professor não depende dos termos usados. Seu verdadeiro valor consiste:

- no que o ideário possa revelar quando se trata de entender o pensamento do futuro professor; e consequentemente na contribuição que entender este pensamento traga para os programas de formação inicial de professores;

- em que, ao ser consciente de seu próprio ideário e, por sua vez, de sua (re)constituição, o professor e/ou futuro professor torna-se *sujeito de conhecimento*. Isto é, como um indivíduo que constantemente está construindo, produzindo e ressignificando conhecimentos para sua prática profissional;

- em que o professor e/ou futuro professor possa, por fim, se (auto)compreender, através de seu ideário, como um ser social, histórico e cultural. Isto é, como ser humano consciente de sua própria subjetividade e da importância das relações de alteridade e mutualidade que o situam no mundo.

Sob estas perspectivas, pensamos que a justificativa do uso do termo "ideário" dependerá, em grande parte, de como o termo vai-se constituindo ou construindo no processo desta investigação, sendo que a pesquisa de campo e a análise dos dados e registros constantemente estão/estarão ressignificando-o. E dependerá, também, de uma melhor exploração e análise do termo no nível epistemológico, no contexto da pós-modernidade.

Relação entre o Ideário e a Prática Pedagógica

Este ideário pedagógico alimenta-se de duas fontes básicas: a primeira, da formação incidental e da formação inicial; e, a segunda, das experiências profissionais produzidas a partir da prática pedagógica.

Com relação à primeira, o futuro professor de Matemática tem/vem construindo um ideário pedagógico em relação ao conhecimento matemático (acadêmico e/ou escolar), ao conhecimento pedagógico, à sociedade e ao mundo (contexto), aos processos de aprendizagem da Matemática, o qual influi diretamente no processo de ensino que ele desenvolve, e manifesta-se claramente no processo de aprendizagem de seus alunos. E, com relação à segunda fonte, estas experiências são produto de sua prática pedagógica, as quais, acreditamos, convertem-se em verdadeiros saberes experienciais (Fiorentini et al 1999) a partir de uma reflexão contínua e sistemática antes, durante e após a ação pedagógica. Este tipo de reflexão permitirá desenvolver, provavelmente, pesquisa sobre a prática pedagógica. Desta forma, o futuro professor não apenas constrói sua experiência profissional mas, também, problematiza, ressignifica e reconstitui criticamente seu próprio ideário.

Neste trabalho, esta relação está sendo entendida como dialética e complexa. Como pode-se perceber, e tendo em conta a complexidade da prática pedagógica, esta constituição e reconstituição do ideário -esta constante construção e reconstrução do ideário- é um processo complexo que não responde a uma simples relação estática causa-efeito entre o ideário e a prática pedagógica. Pelo contrário, é uma dialética, constantemente em movimento. Em termos de Kopnin (1978:169), corresponderia a uma prática dialética:

a prática é a unidade do sujeito com o objeto. Nesta unidade, o sujeito atua como parte ativa, sendo o objeto o lado determinante. A própria atividade do sujeito e seu aspecto atuante são substancialmente condicionados pelas propriedades e leis do objeto antes apreendidas pelo homem. Este atua em pensamento e na prática conforme as leis da realidade objetiva.

Em outras palavras, esta unidade entre o ideário e a prática pedagógica do professor vem caraterizada pela dialética entre as condições do contexto (no qual está imersa a prática pedagógica) e o ideário. Este ideário constitui o "filtro" através do qual, o futuro professor, percebe e interpreta os diferentes elementos atuantes na prática pedagógica, e lhe ajuda a entender seu próprio papel como professor de Matemática. Este ideário constitui um "filtro" pelo qual os saberes experienciais também devem passar para realimentar a prática pedagógica. Este processo de filtragem não é "puro", pois, estes saberes, produzidos a partir das experiências profissionais, por sua vez, alimentam e ressignificam este ideário.

A Modo de Exemplo

A partir da nossa experiência -como estudantes, como professores de Matemática, como professores de professores, como professores pesquisadores da Prática de Ensino- e a partir, também, de algumas leituras, temos identificado alguns instrumentos que contribuem na (re)constituição do ideário pedagógico do professor de Matemática (Jaramillo & Fiorentini, 2001). Eles são, dentre outros: autobiografias, narrativas escritas ou orais, diários reflexivos, análise de episódios de aulas de Matemática e mapas conceituais.

Exporemos, a modo de exemplo, alguns elementos constitutivos do ideário de uma futura professora de Matemática, manifestados a partir de sua análise sobre um episódio de aula. O episódio analisado foi proposto a partir do desenho "Mafalda":

Vejamos parte da análise apresentada, de forma oral, pela licenciandа:

A Mafalda não está entendendo a matéria e não consegue se abrir, não conversa com o professor nem com algum amigo seu. E também o que eu achei ruim foi a professora, ela também está de fora, não está sabendo o que está se passando com o aluno, porque aqui parece que ela estava pensando que Mafalda estava entendendo a matéria e tudo bem. Aí, então... como é que eu vejo essa situação? Eu vejo de uma forma muito ruim, para ambos, tanto para o aluno como para o professor. Porque me parece de aquele tipo assim: **o aluno finge que aprende e o professor finge que ensina.**

Então, o que que eu acho? Acho que cabe ao professor e aos alunos fazer trocas constantes. Também cabe ao professor tentar perceber, ficar mais perto, mais próximo dos alunos para ver se está tendo retorno de aquilo que ele está ensinando.

E outro fato que eu observei também é sobre a falta de motivação para ensinar uma matéria para o aluno, antes de ensinar o conteúdo, por exemplo, falar sobre a importância do conteúdo mesmo que ele seja prático ou não, então, para o aluno saber porque é importante estar estudando isso, que nem ela falou aqui, do jeito que ela falou nesta penúltima (refere-se ao desenho Mafalda). No comecinho do último quadradinho parece que a professora não serve para nada, então, pelo menos, que sirva para estar explicando a importância daquilo e motivar um pouco e assim explicar o conteúdo.

Neste trecho da narrativa oral, a licencianda explicita parte do ideário pedagógico que até o momento vem construindo. Observamos, na sua análise, a imbricação existente entre as crenças, as concepções, o conhecimento e os saberes. A licencianda manifesta-se sobre a relação aluno-professor, sobre a relação aluno-conhecimento e professor-conhecimento, sobre a tríade aluno-conhecimento-professor, enfim, sobre a relação entre o processo de ensino e o processo de aprendizagem. Pensamos, a partir desta pesquisa, que a constituição e reconstituição deste ideário e as manifestações de suas crenças, concepções, conhecimentos e saberes como um todo, devem-se não ao resultado da aplicação de uma determinada técnica ou fórmula no processo de formação de cada licenciando, mas, sim ao resultado de uma (re)construção permanente das experiências do licenciando.

Bibliografia

CALDEIRA, A.M.S. "A apropriação e construção do saber docente e a prática cotidiana.". Cadernos de Pesquisa, São Paulo. No. 95, pp.5- 12, Novembro 1995.

COONEY, T. & SHEALY, B. "On understanding the structure of teachers' beliefs and their relationship to change". In: FENNEMA, E. e NELSON, B. Mathematics Teachers in Transition. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1997.

CURY, H. As concepções de Matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos. Tese Doutoral. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994.

FENNEMA, E., CARPENTER & FRANKE. "Teachers creating change: examining evolving beliefs and classroom practice". In: FENNEMA, E. e NELSON, B. (Ed.). Mathematics Teachers in Transition. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1997.

FIORENTINI, D., NACARATO, A. & PINTO, R. "Saberes da experiência docente em Matemática e educação continuada". Quadrante: Revista teórica e de investigação. Vol. 8, No. 1-2, pp. 33-60, 1999.

FLORES, P. "Creencias y concepciones de los futuros profesores sobre las Matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. Evolución durante las prácticas de enseñanza". Tese Doutoral. Granada: Universidad de Granada, 1995.

GARCÍA, M.M. "La formación inicial de profesores de Matemáticas: fundamentos para la definición de un curriculum". Universidad de Sevilla. No prelo, 1999.

JARAMILLO, D. & FIORENTINI, D. "Metacognitive and Reflective Processes In Pre-service Mathematics Teachers Education". International Council on Education For Teaching-Icet-Chile, July 2001.

KINCHELOE, J. A formação do professor como compromisso político: mapeando o pós-moderno. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

KOPNIN, P.V. A Diáletica como Lógica e Teoría do Conhecimento. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1978.

LLINARES, S. Aprender a Enseñar Matemáticas en la Enseñanza Secundaria: relación dialectica entre el conocimiento teórico y práctico. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. No. 32, pp. 117-127, Maio-Agosto, 1998.

MORIN, E. Ciência com consciência. Mem Martins: Publicações Europa-América, 1982.

MORIN, E. Complexidade e transdiciplinaridade: reforma da universidade e do ensino fundamental. Tradução de Edgard de Assis Carvalho. Natal: EDUFRN, 1999.

PAJARES. M.F. "Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. Review of Educational Research, v. 62, No. 3, p. 307-332.

PONTE, J.P. "Concepções dos professores de matemática e processos de formação". In: BROWN, M., FERNANDES, D., MATOS, J.F. & PONTE, J.P. Educação Matemática. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, seção de educação matemática da socledade portuguesa de ciências da educação, 1992.

PONTE, J.P. "Knowledge, beliefs, and conceptions in Mathematics teaching and learning". In: BAZZINI, L. (Editor). Theory and pratice in Mathematics Education. Proceedings of the 'Fifht International Conference on Systematic Cooperation Between Theory and Pratice in Mathematics Education'. Grado: 1994.

ROCKWELL, E. & MERCADO, R. La práctica docente y la formación de maestros. In: planteamientos en Educación. Santafé de Bogotá: Escuela Pedagógica Experimental. Vol. 2 No. 1, pp.23-41, Março 1993.

SANTOS, V.M.P. "The development of teachers awareness of the process of change: brazilian experiences with practising teachers". In: ELLERTON, N. (Ed.). Mathematics teacher development: international perspectives. West Perth: Meridiam Press, 1999.

THOMPSON, A. "Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research". In: Grouws (Ed.). Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. NCTM. MacMillan, New York, pp.127-146, 1992.

Avaliação Formativa no Processo Ensino Aprendizagem de Matemática, no Ensino Médio

Domício Magalhães Maciel
Anna Regina Lanner de Moura
Faculdade de Educação – UNICAMP

Introdução

Em muitos momentos da minha experiência docente no ensino médio, em que os resultados da "avaliação" foram abaixo da "média', ficava na minha consciência a seguinte questão: o que fazer com o resultado? Me sentia impotente com relação ao problema. O que era coerente, pois até então, não tinha nenhum referencial teórico que possibilitasse a busca de uma solução. A título de exemplo, no último ano que lecionei no ensino médio, em 1998, tive que fazer três provas finais para aprovar alguns alunos e, por último, considerando que uma determinada aluna não conseguia a aprovação e, considerando ainda que ela ficaria reprovada apenas em Matemática, a promovi. No ensino superior, outras experiências negativas me angustiaram ainda mais quanto ao problema da avaliação. Passei então a estudar este tema.

Numa revisão da literatura, iniciada quando fazia um curso de Especialização em Avaliação Educacional, em 2000, constatei o caráter classificatório/promotor da avaliação que se pratica na escola, constituindo um prejuízo aos alunos, pois "com a função classificatória, a avaliação constitui-se um instrumento estático e frenador do processo de crescimento" (LUCKESI,1997). Segundo D'AMBRÓSIO (1996), aprovar ou reprovar, pratica do cotidiano escolar, "é missão de outro profissional, de outras instituições, normalmente representativas de camadas da sociedade interessada em ter o serviço de cidadãos para certas tarefas. Selecionar ou filtrar cidadãos para tarefas específicas não é educação". Mas, como fazer avaliação sem que o professor seja um reprodutor da desigualdade social (BOURDIEU E PASSERRON, 1975)? Mas que desenvolva um processo avaliativo comprometido com a aprendizagem? Questões que vieram à minha mente no decorrer do curso acima citado.

É notório que, nos cursos de Licenciatura em Matemática, o tema Avaliação é muito pouco explorado na disciplina Didática. O licenciado fica desprovido de conhecimentos da área de Avaliação que o possibilitariam inserir na sua prática pedagógica um processo avaliativo que dê conta de qualificar o seu ensino e a aprendizagem do seu aluno.

A pesquisa que atualmente realizo, iniciada em março de 2001, relativa ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Unicamp, se propõe a dar uma contribuição para a melhoria do processo de avaliação, no contexto do ensino aprendizagem de matemática, restringindo-se ao ensino médio, com fim de torná-lo mais formativo. O fim maior da pesquisa é oferecer ao professor de matemática subsídios teóricos e ferramentas metodológicas que o direcione para uma prática pedagógica mais humana e humanizadora de praticar a avaliação, cujos ganhos devem transparecer numa sociedade mais justa e igualitária.

Um Problema a Ser Resolvido

Se existe uma área específica que estuda os processos avaliativos e, dado que a avaliação tem que ser feita, como um elemento da didática, mas que tem sido usado apenas como instrumento de medida e ao mesmo tempo de classificação, independente de se ouvir nas escolas frases muito comuns entres os pedagogos, como: "a avaliação ocorre no processo", "tem que ser contínua", então levantamos a seguinte questão:

Como integrar a avaliação no processo ensino aprendizagem de matemática, no ensino médio?

Fundamentos Motivadores

Avaliar é uma ação comum a todos os seres humanos. Na busca da perfeição ou do atingimento de uma meta, procuramos valorizar aquilo que está sendo observado em construção; e para atingir a meta, sem prejuízo dos erros que vão acontecendo no processo, fazemos correções, ajustando-se ao projeto idealizado. Na experiência didática, a aprendizagem do aluno é a meta do professor. Se este quiser fazer disso a sua obra prima, fará então uma avaliação formativa. Mas o que vem ser avaliar? O sentido etimológico da palavra avaliar é proveniente do latim a-valere, que significa "dar valor a". Muitos teóricos a conceberam de modos distintos. A pesquisa que desenvolvo se fundamenta na modalidade da avaliação formativa, cujo termo foi criado por Michel SCRIVEN, em 1967, diferenciando-a da avaliação somativa. A partir da avaliação formativa SCRIVEN se propunha acompanhar o programa educacional a ser avaliado ainda quando ele ainda estava em curso e avaliá-lo com base nas informações coletadas, retro-alimentando-o, corrigindo as falhas quando fossem detectadas. A avaliação somativa se prestaria a avaliar o programa de ensino na sua fase final. SCRIVEN, assim, se restringia à avaliação de currículo. Só posteriormente, sua idéia veio a ser aplicada à avaliação da aprendizagem por CRONBACH e BLOOM (MACIEL, 2002). BLOOM entendia que

> *"A avaliação é método de coleta e de processamento dos dados necessários à melhoria da aprendizagem e do ensino. (...) A avaliação é um sistema de controle de qualidade pelo qual se pode determinar, a cada passo do processo ensino-aprendizagem, se este está sendo eficaz ou não, e caso não esteja, indica que mudanças devem ser feitas a fim de que assegurar a sua eficácia antes que seja tarde demais." (BLOOM, HASTINGS & MADAUS, apud HAYDT, 2000).*

Assim, ele deu os primeiros passos para o ensino individualizado

Todavia, BLOOM foi puramente cognitivista e foi com ALLAL (1986), PERRENOUD (1986), CARDINET (1986), HADJI (1994, 2000) entre outros, inspirados em bases sociológicas, que a avaliação formativa tem hoje uma perspectiva sócio-cognitivista, enfatizando o ensino diferenciado a partir de uma avaliação diferenciada. Para ALLAL (1986), a avaliação formativa se preocupa em "fornecer informações que permitam uma adaptação do ensino às diferenças individuais na aprendizagem".

Entretanto, a prática escolar se atém a uma "avaliação" que na verdade se trata de uma verificação estática de um desempenho, que muitas vezes é prejudicado por motivos externos ao processo ensino-aprendizagem, tais como: despreparo teórico-metodológico do professor avaliador (SAMESHIMA, 1975), condições econômico-sociais e

familiares do aluno, que afetam as condições psicológicas deste, além de planejamentos de datas de provas e testes, cujos resultados servem para atender às necessidades burocráticas da escola ou do sistema de ensino.

No contexto do ensino da Matemática, estas falhas têm conseqüências gravíssimas para o aluno e para a sociedade como um todo. A prática avaliativa da aprendizagem em Matemática tem, desde a antiguidade, assumido uma função de selecionar os "melhores" e estigmatizar os "fracassados". E neste caso, como foi defendido pelo franceses BOURDIEU & PASSERON(1975), a escola assumiu o papel de mantenedora da desigualdade social e tendo, a nosso ver, o ensino de Matemática e a avaliação da aprendizagem dessa disciplina seus maiores auxiliares.

Teóricos da atualidade, vem repensando os objetivos da avaliação, e no campo da Educação Matemática, encontramos pesquisadores preocupados com a questão. Dado a sua complexidade, foram realizados diversos encontros voltados para discutir o tema, como por exemplo: seminário organizado pela International Commission on Mathematical Instruction (ICMI), 1991; encontro anual promovido pela Commission Internationale pour l'Étude et Amélioration de l'Enseignemente des Mathématiques(CIEAE),1993; e o seminário promovido pela Universidade de Santa Úrsula/Mestrado de Educação Matemática, 1995.

Tentando definir a avaliação, ABRANTES (1995) estabelece três significados para o termo: avallação como medida, avaliação como distância e avaliação como interpretação. O segundo é uma sofisticação do primeiro, que tem como foco a medida da distância a comportamentos pré- determinados, que por si só não leva a aprendizagem efetiva do educando. Com relação ao terceiro significado, o autor assevera que "mais do controlar, a função do professor é interpretar, identificar problemas, gerar hipóteses explicativas. Mais do que medir o desvio em relação a comportamentos previamente determinados, importa compreender as razões do erro" (ABRANTES, ibidem).

Quanto ao problema da diversificação de instrumentos de avaliação, diversos educadores matemáticos têm trabalhado para que o processo avaliativo não se restrinja às provas tradicionais, propondo, por exemplo: observação do aluno para acompanhamento dos seus processo de crescimento individual (VERGANI, 1993, apud MACIEL, 2002) ; integração do aluno, com motivação para aprender, em atividades de aprendizagens individuais e/ou colaborativas (SANTOS, 1997; MEVARECH, 1997; ABRANTES, 1995, apud MACIEL, 2002)

É fundamental que se tenha a Avaliação como um mecanismo de interpretação de como está ocorrendo o processo da aprendizagem e também o direcionamento efetivo da aprendizagem do educando. As tendências atuais apontam para uma avaliação qualitativa, na modalidade da avaliação formativa. Essa avaliação se processa no sentido de mudanças qualitativas não só no aluno, com relação a sua aprendizagem, mas também no professor, com relação à sua prática pedagógica. Ela prevê uma transformação integral do aluno, e serve para o professor acompanhar essa transformação, redirecionando-a quando preciso, durante o processo de ensino aprendizagem. A avaliação qualitativa é confundida com a avaliação dos conteúdos atitudinais, sendo esta, parte da primeira. Então, fixam-se nas atitudes positivas ou negativas com relação a disciplina, na socialização com os colegas, na pontualidade, frequência, idas ao quadro, etc., que serão pontuadas visando a avaliação final do aluno. Mas até que ponto estas atitudes realmente estão contribuindo para o aprendizado da disciplina? A avaliação formativa se preocupa com isto.

A pesquisa que ora realizo se dispõe a:

✓ Rever na literatura discussões sociológicas no campo da educação que buscam caracterizar a função da escola.

✓ Rever na literatura os pressupostos da psicologia cognitiva, cujas pesquisas orientam para o uso de estratégias de aprendizagem e da metacognição, relacionando estas com da motivação para aprender.

✓ Investigar os fundamentos teóricos-metodológicos que orientam as práticas da avaliação formativa no processo ensino-aprendizagem.

✓ Analisar os diversos estudos na área de Educação Matemática que focalizam a questão avaliação, buscando conhecer formas alternativas de instrumentos avaliativos da aprendizagem de matemática no ensino médio.

✓ Investigar a realidade da prática avaliativa da aprendizagem de matemática de uma escola pública de ensino médio, da cidade de São Luís-Ma.

Isto é, ela deve responder a sua pergunta principal:

Como integrar a avaliação no processo ensino aprendizagem de Matemática, no ensino médio?

Metodologia de Uma Pesquisa em Realização

Esta pesquisa iniciou-se a partir de uma revisão bibliográfica que buscou clarear conceitos e alternativas avaliativas no contexto da avaliação formativa, que é "toda avaliação que auxilia o aluno a aprender e a se desenvolver, ou seja, que colabore para a regulagem das aprendizagens e do desenvolvimento no sentido de um projeto educativo." (PERRENOUD, apud HADJI, 2001). Paralelamente, pesquisou-se os resultados dos trabalhos nas áreas sócio-cognitivas, para desvelar as consequências de uma avaliação puramente quantitativa.

Quanto à coleta de dados empíricos, realizamos um estudo de caso, de natureza qualitativa, que buscou conhecer a realidade avaliativa de uma escola pública de ensino médio, na cidade de São Luís-Ma. A escolha da escola teve como premissa os contatos já realizados com o corpo pedagógico da mesma, não em relação a esta pesquisa, mas quando do exercício do pesquisador como Coordenador e Supervisor Docente do Estágio Supervisionado do Curso de Matemática da Universidade Federal do Maranhão. A amostra da pesquisa constituiu-se de três professores, um de cada série, sendo uma professora, além de seus alunos, tomando apenas uma classe por professor. O pesquisador não teve participação na constituição dessa amostra, mas a aceitou naturalmente, dado a não relevância de outros aspectos, que não fossem: ser professor de matemática do ensino médio e alunos desse professor.

A princípio, dado o fato de ser iniciante no estudo da metodologia da pesquisa e, necessitado de optar por uma orientação metodológica, naturalmente me enquadrei numa tendência qualitativa, de abordagem histórico-dialética (LORENZATO & FIORENTINI, 2002), levando-me a optar pela pesquisa-ação ou a pesquisa participante. Entretanto, dado a minha especificidade como pesquisador, isso me acarretaria estudos e comprometimentos

desnecessários e improdutivos. Preferi então começar a pesquisa tomando como referência a seguinte premissa:

> *Qualquer que seja o problema, o referencial teórico ou a metodologia empregada, uma pesquisa implica o preenchimento de três requisitos: a existência de uma pergunta que se deseja responder; a elaboração (e sua descrição) de um conjunto de passos que permitam obter a informação necessária para respondê-la; a indicação do grau de confiabilidade na resposta obtida (LUNA, 1994).*

Nos estruturamos para a coleta de dados a partir de um quadro operacional (LAVILLE & DIONNE, 1999) baseado nos pressupostos da pesquisa: avaliação, avaliação formativa, ensino-aprendizagem, aspectos sócio-cognitivos. Assim, a observação na escola pesquisada se deu em dois níveis: observação estruturada (descrição estrutural da escola; dados profissionais dos professores sujeitos; cópias de provas corrigidas; cópias das cadernetas com as notas dos alunos referentes aos dois primeiros bimestres de 2002; cópias de outros documentos que surgiram no cotidiano da escola) e observação participante. A segunda se deu nas classes dos professores sujeitos da pesquisa, nos seus horários de aulas das turmas escolhidas, sem choques de horários. Além de observar o cotidiano da sala de aula, também observei os momentos pedagógicos da escola, como discussões a respeito da implantação de uma nova caderneta, sugerida pela Gerência de Ensino Médio da Sec. Estadual de Educação, e intervalos para o recreio, na sala dos professores. Na qualidade de observador participante (LUDKE & ANDRÉ, 1986), procurei conhecer, no contexto da avaliação, a relação professor-aluno, impressões e manifestações dos alunos e professores quando falavam do assunto e/ou vivenciavam a prática avaliativa.

Para conhecer melhor o que pensam os professores e alunos, de forma mais estruturada, sobre a avaliação, realizei entrevistas e questionários semi-estruturados com eles (LAVILLE & DIONNE, 1999). Além de revelar um pouco mais o pensamento do professor sobre o assunto, tivemos nesses instrumentos de coleta de dados, contribuições valiosas de quem sofre mais no processo da avaliação: os alunos

No momento, estamos na fase inicial da análise dos dados, que se propõe ser qualitativa, sem entretanto, desprezar o quantitativo. Não temos portanto, resultados a serem apresentados. Contudo, tentaremos oferecer uma primeira impressão dos dados coletados.

Primeiras Impressões Sobre os Dados Coletados

Como professor de ensino médio que fui, no período de 1996 à 1998 e Coordenador e Supervisor Docente do Estágio Supervisionado do Curso de Matemática Licenciatura da UFMA, de 1998 à 2000, já teria elementos para escrever sobre a prática avaliativa numa escola de ensino médio. Aliás, foi essa experiência que me levou a fazer o mestrado, enfocando o tema avaliação da aprendizagem. Contudo, na posição de pesquisador observador, percebemos com mais profundidade as contradições que ocorrem no cotidiano da prática avaliativa do professor.

Observou-se que os professores sujeitos da pesquisa, apesar da boa vontade com que dão suas aulas, em meio as condições que lhes dão dadas, revelando-se conscientes, em muitas de suas falas, do caráter excludente do sistema de ensino para o qual trabalham, mostram-se confusos, sem admitir, quanto aos reais objetivos da avaliação que praticam, pois

não foram formados para isso. Apesar do discurso pedagógico existente na escola, que a "avaliação se dá no processo" (fala de uma supervisora da escola pesquisada, sem viver o processo), observamos que avaliação que ocorre é uma "observação/avaliação qualitativa" institucionalizada pela escola, que no final representa uma forma de preencher lacunas nas notas deixadas pelos baixos desempenhos cognitivos dos alunos nas provas. Baixos desempenhos que se repetem, sem que a aprendizagem se concretize, aos olhos do professor. Entretanto, a avaliação qualitativa vai promovendo o aluno, iludindo-o (será?) quanto as suas reais possibilidades de contribuir intelectualmente para o desenvolvimento da sociedade em que vive, com a certeza de ser um de seus membros. Os que se salvam, são verdadeiros heróis da persistência e do idealismo.

"A prova é o único meio de avaliar o cognitivo", diz o professor da 1ª série; a prova é a única maneira de se fazer o aluno estudar... mas não parece, senão não estariam conversando dessa maneira, mas é normal", fala a professora da 3ª série no desenrolar de uma prova; os pontos qualitativos é que levantam a nota, senão....", diz o professor da 2ª série. Percebe-se nessas falas que os professores da 1ª e 3ª séries justificam a necessidade da prova, à sua maneira, com uma declarada contradição percebida pela professora da 3ª série. Contudo, não entram no mérito da questão da prova ser classificatória/promotora, o que leva os alunos a "pescarem" dos seus colegas, quando não chegam a discutir a questão da prova. Um aluno da 2ª série foi bem claro quanto ao mecanismo de defesa que a "cola" oferece, dizendo: "quem não cola, não fica na escola." O professor da 2ª série vê na "avaliação qualitativa" um meio de levantar a nota. Vê-se nesse caso que a prova é feita porque é institucional que se faça, pois dependendo apenas dela, a maioria não seria aprovada, se não fossem os "pontos qualitativos". Mas, e o aprendizado dos conceitos matemáticos? Os problemas de natureza psicológica, que envolvem uma prova, e que só acontecem pelo seu caráter classificador/promotor, devem ser avaliados, não só dando pontos ("qualitativos") pelo esforço demonstrado ante dela, e pelas outras atitudes positivas em sala de aula, mas também realizando ações no sentido de resolvê-los, como traz a fala da aluna da 3ª série: (...) acho que todas as escolas deveriam ter um tratamento psicológico para os alunos...

Quando falamos da avaliação formativa (MACIEL, 2002), encontramos de imediato uma resistência, que é natural e compreensível, dado a estrutura que a escola oferece: um número exacerbado de alunos na sala de aula. Na verdade, não encontramos espaço para discutir com os professores sujeitos da pesquisa, as idéias que temos refletido no desenvolver da pesquisa bibliográfica, a respeito da aplicabilidade da avaliação formativa, apesar de ter proposto um momento de discussão. A escola passava por um momento crítico em que os professores estavam prestes a entrar em greve, como chegaram a entrar em agosto/2002, por questões salariais entre outros, e para infelicidade e ao mesmo tempo alegria do pesquisador, dois dos professores da amostra da pesquisa faziam parte da comissão de negociação.

Com certeza, a avaliação formativa não se compatibiliza, em tese, nesse nível, com um número acima de 25 alunos (MACIEL, 2002), apesar de haver experiência nesse sentido com turma de 36 alunos, no ensino superior (BITTENCOURT, 2002). Mas independente da modalidade de avaliação aplicada, nenhuma metodologia de ensino que seja, comprometida com o ensino de qualidade, se compatibiliza com classes abarrotadas de alunos. Então o problema da avaliação formativa não está somente no número de alunos, mas também na forma como o professor administra o ensino. É necessário que o professor dinamize suas aulas de forma a facilitar a avaliação formativa. Mesmo com uma turma inaceitável, quanto ao número, ele pode diversificar os instrumentos de avaliação, incentivar atividades grupais em

sala de aula, avaliando nessas atividades, como está se dando o processo do aprendizado, avaliando também o cognitivo, e dando oportunidade aos alunos para que se auto-ajudem, colaborando com o trabalho do professor, no ensino. "Pesquisadores têm dado ênfase à importância da comunicação matemática para a construção da capacidade estudantil para o pensamento e raciocínio matemático" (STEIN,GROVER & HENNINGSEN, 1996, apud MEVARECH, 1997).

Paralelamente à tentativa de promover a avaliação formativa, mesmo com as condições que lhe são dadas pelo nosso sistema educacional, os professores devem, fazendo uma prática de resistência à manutenção do status quo vigente, devem lutar, não só por melhores salários, que é justo, mas também no sentido de mudar a estrutura da escola, nos aspectos quantitativos e qualitativos, envolvendo todos os atores da mesma, baseados num projeto pedagógico que se centra na aprendizagem/crescimento real dos alunos. Ou seja, a escola tem que passar por uma avaliação qualitativa, visando a sua melhoria enquanto instituição formadora de cidadãos. Mas enquanto isto não se dá, que o professor não seja um mero agente da reprodução das desigualdades sociais.

Bibliografia

ABRANTES, P. Avaliação e Educação Matemática. Série Reflexões em Educação Matemática. MEM/USU-GEPEM. Rio de janeiro, 1995.

ALLAL, L. Estratégias de avaliação formativa: concepções psicopedagógicas e modalidades de aplicação: In: Avaliação num ensino diferenciado - Atas do colóquio realizado na Univ. de Genebra, março 1978. Coimbra: Livraria Almedina, 1986.

BITTENCOURT, N. A. Uma experiência de avaliação formativa de aprendizagem no ensino superior. In: XI ENDIPE- Encontro Nac. de Didática e Ensino, 2002, Anais ... Goiânia, 2002.

BOURDIEU. P. e PASSERON, J.C. A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino. Rio de Janeiro, Francisco Alves Editora S.A., 1975.

CARDINET, J. A avaliação formativa, um problema atual. In: Avaliação num ensino diferenciado - Atas do colóquio realizado na Univ. de Genebra-março 1978. Coimbra: Livraria Almedina, 1986.

D'AMBROSIO, U. Educação Matemática: da Teoria à Prática. Campinas, SP. Papirus, 1996.

HADJI, C. A avaliação, regras do jogo: das intenções aos instrumentos. Porto: Porto Editora,1994.

_____. Avaliação desmistificada. Porto Alegre: ARTMED, 2001

HAYDT, R. C.. Avaliação do processo ensino-aprendizagem. São Paulo: Ática, 2000.

LAVILLE, C. & DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artes Médicas; Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LORENZATO, S. & FIORENTINI, D. Iniciação à investigação em Ed. Matemática.(Pré-print, 2002)

LUCKESI, C. C. Avaliação da aprendizagem escolar. 5ª ed. São Paulo, SP. Cortez, 1997.

LUDKE, M. & ANDRÉ, M.E.D.A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

LUNA, S. V. de. O falso conflito entre as tendências metodológicas. In: FAZENDA, I. (Org.) Metodologia da pesquisa educacional. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 1994.

MACIEL, D. M. A avaliação como parte integrante do processo ensino aprendizagem de matemática. In: XI ENDIPE- Encontro Nac. de Didática e Ensino, 2002, Anais ... Golânia, 2002.

MEVARECH, Zemira R. Effects of metacognitive training embedded in cooperative settings on mathematical problem solving. The Journal of educational Research, 92(4), 195-205, 1999.

PERRENOUD, P. Das diferenças culturais às desigualdades escolares: a avaliação e a norma num ensino diferenciado. In: Avaliação num ensino diferenciado - Atas ...., 1986.

SAMESHIMA, D.C.T. Avaliação da aprendizagem matemática da perspectiva do professor. Dissertação de Mestrado. Orient. Maria Aparecida Viggiani Bicudo. UNESP-SP, 1995.

Avaliação do Desempenho de Alunos em Matemática: Limites, Revelações e Contribuições para a Formação de Professores das Séries Iniciais do Ensino Fundamental

Aluna: Edda Curi
Orientadora: Célia Maria Carolino Pires
PUC/SP

Introdução:

Ao longo de minha vida profissional dediquei-me ao ensino de Matemática como professora da rede pública estadual de São Paulo. Nos últimos dez anos, porém, tanto no campo profissional como no campo da pesquisa, atuo em ações de formação inicial e continuada de professores que ensinam Matemática no ensino fundamental e médio. Este trabalho tem contribuído para minhas reflexões relativas à formação de professores de Matemática e ao desempenho dos alunos do ensino fundamental nesta área do conhecimento. Os desafios apresentados por este trabalho têm sido muito instigantes e me levaram a aprofundar meus conhecimentos e desenvolver minha dissertação de Mestrado sobre o tema: "Formação de professores de Matemática - realidade presente e perspectivas futuras" no Programa de Pós Graduação de Educação Matemática da PUC/SP.

Além disso, desde 1999 tenho participado como consultora de avaliações externas na área de Matemática. Algumas constatações têm me intrigado: o desempenho dos alunos nas provas de Matemática não é satisfatório apesar de todo o investimento que vem sendo feito nos últimos anos em discussões e implementações curriculares. Os professores apresentam muitas dúvidas em relação a determinados conteúdos matemáticos que estão presentes nas matrizes de avaliação e que vêm sendo discutidos, já há algum tempo, nas implementações curriculares. Tenho muitas indagações a esse respeito. Percebi a necessidade de fazer uma reflexão sobre as funções da avaliação externa e as contribuições que uma avaliação externa podem trazer para o ensino e a aprendizagem de Matemática e a formação de professores que ensinam Matemática.

As reflexões que tenho realizado quando analiso itens de uma avaliação externa, alladas à minha participação como formadora de professores que ensinam Matemática e às análises já realizadas em minha dissertação de mestrado me desafiam a propor essa pesquisa de doutorado.

Neste estudo pretendo analisar o desempenho dos alunos da 4ª série do ensino fundamental em Matemática e um questionário respondido por seus professores com reflexões sobre alguns itens da avaliação e buscar pistas para a melhoria da formação dos professores que ensinam matemática.

Problema de pesquisa:

Em função dessas reflexões e de minha experiência profissional e de algumas análises que realizei anteriormente, muitas questões vêm surgindo e meu desafio hoje é buscar respostas para algumas delas. Entre elas:

Que pistas a Avaliação Externa em Matemática, realizada pela Fundação Carlos Chagas, podem dar para aprimorar a formação inicial e continuada em Matemática dos docentes que ensinam Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental?

Considero que este estudo permitirá aprofundar minhas reflexões sobre as implementações curriculares que vem sendo feitas e sobre as competências matemáticas que um professor das séries iniciais do ensino fundamental – 1° ciclo, deve ter construídas/desenvolvidas para ensinar matemática, a partir da análise dos dados da avaliação externa em Matemática realizada pela Fundação Carlos Chagas no âmbito do Programa de Gestão Municipal e Escolar, da Fundação Ayrton Senna e da Fundação Banco do Brasil.

Participaram desta avaliação alunos de 4as e 8as séries de 62 municípios localizados em diversas regiões do Brasil e 4 professores dos alunos que realizaram as provas por município (dois de 4a série e dois professores de matemática de 8a série). Serão analisadas apenas as avaliações dos alunos de 4ª série e os questionários dos professores dessas séries.

as respostas que alunos de 4as séries de 62 municípios do Brasil deram à prova de Matemática do Programa de Gestão Municipal;

as repostas dadas por 124 professores de 4a e 8a série desses alunos a 10 itens selecionados da avaliação;

as expectativas dos professores com relação ao desempenho de seus alunos;

as observações dos professores quanto aos conteúdos envolvidos nas questões e à metodologia que utilizam para desenvolver esses conteúdos;

entrevistas com professores que participaram do processo.

Justificativa: É de fundamental importância que os resultados de uma avaliação externa sejam interpretados com mais profundidade e que sejam utilizados no sentido de auxiliar os professores na sua prática pedagógica e os formadores de professores no sentido de apontar caminhos para a formação de professores.

Segundo Perrenoud, pode-se dizer, que

não se poderia separar a reflexão sobre avaliação de um questionamento mais global sobre as finalidades da escola, das disciplinas, do contrato pedagógico e didático, dos procedimentos de ensino e de aprendizagem (1999, p167)

Também é importante que os resultados da avaliação sejam também de utilidade para os professores no sentido de

Por esses motivos considero relevante meu trabalho. É preciso salientar a relevância de uma pesquisa. Uma investigação é relevante se for importante, necessária, útil. A relevância tem duas dimensões: uma científica, na qual se incorpora a fundamentação teórica e a outra social na qual se incorpora o benefício social da pesquisa.

Considerando a relevância científica do tema escolhido, busquei sua fundamentação teórica. Fiz um rastreamento nos últimos trabalhos publicados, nas bibliotecas da PUC, USP e UNESP, além de uma pesquisa na biblioteca da Fundação Carlos Chagas e na Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SBEM. Não encontrei muita coisa.

Desse levantamento concluí que, no que se refere às avaliações externas, a maioria dos estudos podem ser divididos em três categorias: os que se referem às políticas públicas de avaliação em Matemática; os que se referem às concepções de professores sobre avaliação em Matemática ou estudam práticas avaliativas de professores de Matemática; os que estudam o desempenho dos alunos em Matemática em determinada escola ou região. No geral, dão um enfoque bastante técnico; apontam o que os alunos não sabem, mas não dão pistas de como melhorar a situação caótica do ensino e aprendizagem de Matemática e da formação de professores que ensinam Matemática. Ficam muito mais próximos de uma discussão sobre o papel da avaliação, focalizam apenas os resultados das 8as séries. Não encontrei nenhum estudo sobre avaliações externas em Matemática realizadas nas 4as séries e contribuições que poderiam dar em relação ao ensino e aprendizagem de matemática e à formação de professores que ensinam matemática.

Considero que este trabalho, embora científico, possa contribuir socialmente no sentido de que está voltado para a melhoria do ensino e aprendizagem em Matemática e para a melhor formação dos professores que ensinam Matemática. Na medida em que vai trazer à tona discussões sobre o currículo de Matemática prescrito e o praticado e viabilizar a utilização, por parte dos professores, das análises das questões da avaliação estará dando pistas para uma transformação no ensino de Matemática e nos cursos de formação de professores que ensinam Matemática.

Como ele tem ligações com a Fundação Carlos Chagas, Fundação Ayrton Senna e a Fundação Banco do Brasil, meu trabalho trará contribuições, no sentido de que essas entidades poderão se beneficiar das análises para investir em projetos educacionais de gestão escolar e formação de professores.

Mas o que mais me sensibiliza é a importância desse trabalho para o meu crescimento pessoal e profissional; além da realização pessoal de estar contribuindo para a melhoria do ensino e aprendizagem em Matemática e da formação de professores que ensinam Matemática, visto que todo meu trabalho profissional e de pesquisa tem sido voltado nos últimos anos às questões de ensino, aprendizagem e formação de professores de Matemática.

Metodologia: Acredito que as pesquisas educacionais devem estar a serviço da educação e proporcionar a compreensão de problemas emergentes. Segundo Ponte (1994), a utilização da abordagem qualitativa possui maior probabilidade de gerar conhecimentos que sejam ao mesmo tempo, rigorosos e de utilidade mais direta para a melhoria do ensino. Isto porque nela as pessoas podem ser vistas tanto com criadoras como produtos das situações sociais em que vivem.

Segundo Chizotti (2001), a abordagem qualitativa parte do pressuposto de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. O pesquisador é parte integrante do processo do conhecimento e interpreta fenômenos atribuindo-lhes significados.

Segundo Abramowicz (2000), numa pesquisa qualitativa, o pesquisador procura captar a realidade estudada de forma abrangente, completa e profunda.

Segundo Chizotti (2001), o objeto de pesquisa possui significados e relações que os sujeitos criam em suas ações. Desse modo, um problema de pesquisa não pode ficar reduzido a uma hipótese previamente concebida. O problema decorre de um processo que vai se definindo na exploração do contexto onde se realiza a pesquisa, da observação reiterada e participante do pesquisado, dos contatos duradouros com informantes que conhecem o objeto e emitem informações sobre ele. A identificação do problema e sua delimitação pressupõem uma imersão do pesquisador nas circunstâncias que condicionam o problema. O pesquisador é parte fundamental numa pesquisa qualitativa.

Toda pesquisa é intencional, e tem como finalidade elaborar conhecimentos que possibilitem compreender e transformar a realidade. A pesquisa está sempre inserida em um contexto histórico-social, ligada a um conjunto de valores, ideologia, concepções do homem e de mundo que constituem esse contexto e que fazem parte do contexto do pesquisador. Acredito que um conjunto de dados numéricos numa investigação, por si só, não tem significado. O sentido aos dados numéricos de uma pesquisa é dado pela escolha teórica em função dos objetivos da pesquisa. O tratamento desses dados é feito em decorrência da natureza do problema que está se examinando e este tratamento só terá sentido se houver uma inferência do pesquisador, o que caracteriza uma pesquisa do tipo qualitativa. Numa abordagem qualitativa, as conclusões só são possíveis se atribuirmos uma qualidade aos números desvelando seu significado em um determinado contexto.

Em meu estudo procurarei utilizar algumas características marcantes dessa abordagem, pois é minha intenção compreender o objeto de estudo, em um contexto próprio, historicamente situado, privilegiando a análise do todo, buscando compreender diferentes aspectos, o que permitirá avanços no aprofundamento das questões analisadas. Considero que a opção por uma abordagem qualitativa não é superficial no tratamento de dados, nem facilitada por um trabalho reducionista. Pretendo realizar uma análise que busca extrapolar aspectos meramente descritivos.

Fundamentação teórica: A abordagem teórica que subsidiará esta pesquisa tem como fontes as que sustentam as noções de avaliação nas suas diferentes funções, as idéias de obstáculos epistemológicos e didáticos, a noção de competências matemáticas e a literatura sobre formação de professores.

A noção de competências matemáticas apoia-se nos estudos de Paulo Abrantes. Segundo esse autor, a competência matemática é essencial a todas as pessoas na interpretação de uma grande variedade de situações e na resolução de diversos tipos de problemas.

A literatura que subsidiará os estudos sobre formação de professores é a mesma que forneceu elementos para a análise desenvolvida na elaboração de minha dissertação de mestrado e que permanece ainda como importante referência atualmente.

Utilizarei estudos sobre as competências profissionais do professor, dentre os quais destaco o de Perrenoud (1998), que define competência como "capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiado em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles". (Perrenoud, 1998 p.7)

Além de Perrenoud, destaco as idéias de Ponte sobre a aprendizagem profissional. São estudos que têm como ponto de partida a observação, o questionamento, a discussão e a teorização sobre a prática.

Esse referencial teórico permitirá uma reflexão crítica e profunda sobre as questões propostas neste projeto.

Resultados preliminares: Uma análise inicial dos pontos comuns nas respostas de professores e dos alunos aos itens de avaliação revelam que há necessidade de um investimento na formação dos professores, com relação a conteúdos matemáticos e concomitantemente ao tratamento didático desses conteúdos. Há pontos relevantes nos questionários dos professores presentes nas respostas dos alunos que fornecem indicações sobre a fragilidade das implementações curriculares que vem sendo feitas e sobre as competências matemáticas do professor que ensina matemática, mas não tem a formação de especialista nesta área do conhecimento. Além disso, dá algumas pistas para reformulação das práticas escolares e dos cursos de formação de professores que ensinam matemática.

Esta análise preliminar é o ponto de partida, para encaminhar as reflexões que me permitirão discutir quais são as competências matemáticas que os professores das séries iniciais do ensino fundamental devem construir/desenvolver nos cursos de formação de professores e quais as pistas para implementar essas reflexões.

Bibliografia

ABRANTES P., SERRAZINA, L., OLIVEIRA, I. A matemática na escola básica. Lisboa: Ministério da Educação/Departamento de Educação Básica, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais. Matemática – 1° e 2°; 3° e 4° ciclos. Brasília . MEC/SEF, 1997.

CURI, E. Formação de professores de Matemática: realidade presente e perspectivas futuras. (dissertação de mestrado) PUC/SP, 2000.

ESTRELA, Albano. Formação de professores por competências. Lisboa: Fundação Calcuste Gulbenkaian, [s.d.]

PERRENOUD, Philippe Avaliação da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas. Tradutora: Patricia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

_____. A formação de competências na escola. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PIRES,C.M.C. Currículos de matemática: da organização linear à idéia de rede. São Paulo. FTD, 2000

PONTE,J. P. Perspectivas de desenvolvimento profissional de professores de Matemática. In: João Pedro Ponte et al (org). Desenvolvimento Profissional de Professores de Matemática: Que Formação?. Lisboa, SPCE 1995.

_____. O estudo de caso na investigação em Educação Matemática. Quadrante. Lisboa, vol 3. No 1, 1994.

Introdução ao Conceito de Função:

"A Importância da Compreensão das Variáveis"

Edelweiss Brandão Pelho - Mestranda em Educação Matemática.
Benedito Antonio da Silva - Orientador.
Pontifícia Universidade Católica- SP.

Uma das dificuldades dos alunos no processo de ensino aprendizagem da Matemática é a construção do conceito de função, fato este constatado em nossa prática de ensino e em diversas investigações sistematizadas sobre a aprendizagem deste conceito. Algumas são analisadas neste trabalho.

Apesar do conceito de função começar a ser trabalhado a partir da 6ª série do ensino fundamental, o que se observa é que os alunos chegam ao ensino médio sem compreender o seu significado. Decorrente disto, surgem dificuldades no estudo das funções: exponencial, logarítmica trigonométricas e também na aplicação deste conceito em outras disciplinas.

A compreensão deste conceito é de grande importância não só pela sua aplicação e utilização em outras disciplinas, tais como a Física, a Química, a Biologia, a Economia,... mas também pelo fato de ser pré-requisito necessário ao estudo de Cálculo Diferencial e Integral nos cursos da área de exatas, podendo acarretar com isso dificuldades ao alunos.

Os alunos freqüentemente tem contato com expressões que utilizam o termo função com o significado de dependência, como por exemplo: o consumo de gasolina de um carro é função da velocidade; os resultados escolares de um aluno são função do trabalho que ele realiza;...Apesar disto, a possibilidade de aprendizagem deste conceito é prejudicada por sua introdução por meio de definições diretas e formais, muitas vezes abandonando-se a noção de dependência.

Verificamos em nossa prática docente e na maioria dos livros didáticos observados, que no ensino médio, introduz-se o conceito de função por meio de uma definição direta e formal, partindo da idéia de par ordenado e do estabelecimento de relações entre os elementos de dois conjuntos. Resultando, com isto, a não compreensão por parte dos alunos pelo fato de ser uma definição estática e de memorização.

É comum os livros didáticos abordarem este conteúdo na seguinte ordem: par ordenado, produto cartesiano, relação, gráfico de uma relação e função. Alguns definem este conceito da seguinte maneira: " Dado dois conjuntos não vazios A e B, uma função de A em B é uma relação que a cada elemento de A, faz corresponder um único elemento de B." Outros definem por meio de dois conjuntos (o domínio e o contra domínio) e uma regra que associa a cada elemento do domínio um único elemento do contradomínio. Na maioria deles, a dependência funcional foi totalmente ignorada não explorando o papel da variável nem a inter-relação entre elas.

Para Freudenthal é essencial ao se caracterizar função enfatizar a noção de dependência. O autor afirma que:

"Nosso mundo não é um sistema relacional estático, mas um reino de mudanças, um reino de objetos variáveis dependendo uns dos outros; as funções são um tipo especial de dependência, isto é, entre variáveis, que são distinguidas como dependentes e independentes." (Freudenthal,1982, apud Kieran 1992, p.38).

Acreditamos que muitas dificuldades ocorram devido ao formalismo existente, sendo portanto necessário resgatar o caráter dinâmico e útil deste conceito, por meio de uma abordagem que proponha situações que permitam ao aluno compreender o conceito de variável, além disso expressar a dependência de uma variável em relação a outra e identificar variável dependente e independente.

Sophie Renè de Cotret (1988) da Equipe Didática da Matemática e da Informática da Universidade de Grenoble I, elaborou um trabalho sobre um meio de aceder ao conceito de função, envolvendo variável dependente e independente, afirmando a importância do relacionamento entre variáveis para a compreensão do conceito de função.

Para Cotret: *"As definições modernas de função excluem a variação e dependência, são inacessíveis aos alunos do curso secundário porque elas dificilmente permitem chegar a uma compreensão intuitiva de função. É preciso voltar a dar à função seus componentes de variação, dependência e correspondência".* (p.7)

Kieran (1992), em seu estudo sobre o ensino e aprendizagem de álgebra escolar, analisa as dificuldades dos alunos na compreensão de variáveis, e decorrente disto a não compreensão do conceito de função.

Schwartz (1995) em sua dissertação de mestrado defendida na PUC-SP, sobre as concepções de função de alunos ao término do ensino médio, verifica que os alunos pesquisados apresentavam apenas um concepção elementar do conceito de função, ou seja, fundamentalmente operacional (como processos) e não estrutural (como objetos) segundo o mmodelo proposto por Sfard (1991).

Kieran, Boileau e Garançon (1989) realizaram pesquisas que tinham por objetivo verificar o poder do uso do computador para modelar relações funcionais entre variáveis. Constataram que os alunos conseguiam resolver as atividades no ambiente computacional com mais facilidade do que apenas utilizando os métodos tradicionais de resolução, quando era necessário construir equações envolvendo duas variáveis.

Schwarz B., Dreyfus T. e Bruckheimer M.,(1989), desenvolveram e avaliaram um currículo Modelo de Representação Tripla (MRT) para a introdução do conceito de função com alunos do ensino médio. As três representações em questão são: a algébrica, a gráfica e a tabular, utilizadas em um ambiente computacional criado com a finalidade de ajudar os alunos a suprir as dificuldades de transferência de conhecimento entre as diferentes representações de uma mesma função. Segundo os autores, o conceito de função não está ligado a uma representação particular. Para que ocorra a aprendizagem de tal conceito, há a necessidade de mudanças entre diferentes representações porém estas passagens podem representar dificuldades para os alunos. Verificaram que, aplicando este modelo houve um avanço na aprendizagem de função, devido a prática desta transferência entre as representações.

Os resultados destas pesquisas, bem como nossa pratica docente, nos levam a crer que uma das possíveis causas das dificuldades da construção do conceito de função , não só de alunos do ensino fundamental e médio, mas até mesmo de ensino superior, é a não compreensão do conceito de variáveis e o relacionamento entre elas, bem como uma articulação entre as diferentes representações de função. O que possivelmente ocorre é muitas vezes uma aprendizagem mecânica e local, na qual os alunos algumas vezes conseguem

construir tabelas de valores e gráficos a partir de expressões algébricas, sem entretanto compreenderem o significado de função.

Acreditamos que se deva rever o processo de introdução ao conceito de função no ensino médio, quando se inicia com uma definição conjuntista, causando dificuldades para os alunos, pois como muitos estudos demonstram, os estudantes tendem a evitar as definições e representações mais formais.

Nossa hipótese é que podemos propiciar aos alunos uma compreensão do conceito de função se elaborarmos um seqüência didática conveniente com situações dinâmicas e práticas, que abordem aspectos funcionais entre variáveis, possibilitando a articulação entre diferentes registros de representação. Para isto utilizaremos como uma das ferramentas de ensino um ambiente computacional além das atividades convencionais com papel e lápis.

O software escolhido para ser utilizado em nossas atividades foi o Cabri- Géomètre II e o motivo desta escolha é o fato de ser um programa que oferece ao aluno a oportunidade de construir o seu próprio conhecimento, não vindo nada nele pronto e os gráficos construídos apresentam um caráter dinâmico que propicia uma melhor compreensão do relacionamento entre as variáveis. Além disso, a manipulação do programa não exige habilidades na área de Informática, apenas exige conhecimentos matemáticos necessários.

Escolhemos como público - alvo alunos da 2ª série do ensino médio, que já estudaram o conteúdo de função em séries anteriores, mas que provavelmente apresentam dificuldades em tal conceito. A escola escolhida foi uma escola particular da cidade de Araçatuba, e esta escolha se deu pelo fato de dispormos de recursos materiais e humanos convenientes para a aplicação da seqüência.

Com isto, pretendemos responder a seguinte questão:

"Será que os alunos da 2ª série do ensino médio, conseguem compreender o significado de função, rompendo com suas interpretações operacionais e localizadas, com a aplicação de uma seqüência didática, que envolva atividades nas quais são abordados aspectos funcionais entre as variáveis e que utilize um ambiente computacional como uma das ferramentas de ensino?"

Nossa fundamentação teórica inclui estudos de Sphie Renè de Cotret (1988), pois segundo a autora a aprendizagem do conceito de função seria favorecida, se proporcionasse inicialmente aos alunos a noção de variação e dependência. Sendo que estas noções estão presentes na origem do conceito de função.

Como várias pesquisas por nós analisadas apontam a importância de se trabalhar em diferentes representações, utilizamos como quadro teórico a Teoria de Representação Semiótica de Raymond Duval, que trata do funcionamento cognitivo relacionado à aquisição de conhecimento. Para o autor, a aquisição de conhecimentos matemáticos, recorre á noção de representação. Não existe conhecimento matemático que possa ser mobilizado sem o auxílio de uma representação. Quanto maior for a possibilidade de articulação entre diferentes registros de representação do mesmo objeto matemático, maior será a possibilidade de apreensão desse objeto. Porém, constata-se em diversas pesquisas de Educação Matemática, que a maioria dos bloqueios dos alunos é a incapacidade de converter a representação de um objeto em uma outra representação de um mesmo objeto.

Para efeitos de análise didática dos resultados de nossa pesquisa, nos basearemos nas idéias de Contrato Didático proposto por Guy Brousseau (1986). Segundo o autor: "Chama-se contrato didático o conjunto de comportamentos do professor que são esperados pelos alunos e o conjunto de comportamento do aluno que são esperados pelo professor... É o conjunto de regras que determinam, uma pequena parte explicitamente mas sobretudo implicitamente, o que cada parceiro da relação didática deverá gerir ,,,, ". (apud in Silva, 1999).

Para o processo experimental de nossa pesquisa, bem como a análise dos resultados obtidos, utilizamos como metodologia de pesquisa princípios da Engenharia Didática, que segundo Michèle Artigue (1988), se caracteriza por um esquema experimental baseado nas realizações didáticas em sala de aula, tratando-se da concepção, realização, observação e análise de Diante dos fatos constatados, fizemos um levantamento bibliográfico, para verificar se as questões por nós levantadas fundamentavam-se em pesquisas existentes.

Os procedimentos experimentais desta metodologia, compõe-se de quatro fases: análise preliminares, concepção e análise a priori, experimentação, análise posteriori. O confronto entre as análises a priori e a posteriori, fundamentam a "validação" das hipóteses formuladas na pesquisa.

Elaboramos uma seqüência didática composta de 4 grupos de atividades com o objetivo de introduzir o conceito de função sem a utilização de definições e regras, visando a compreensão das componentes de variação bem como o relacionamento entre variáveis.

As questões foram elaboradas com base no quadro teórico da Teoria de Registro de Representação Semiótica, pois pretendemos propiciar aos alunos as conversões das diferentes representações simbólicas do conceito de função: algébrica, gráfica, tabular, linguagem natural, bem como as mudanças entre estas representações.

Por se tratar de um assunto que podemos abordar utilizando a informática, conforme atestam os trabalhos de Schwartz (1987), e Hershkowitz e Schwartz (1988), utilizamos esta estratégia, intercalando com o uso do papel e lápis.

As atividades do grupo 1 e 3 foram elaboradas para serem desenvolvidas com o software Cabri-Géomètre II e as atividades do grupo 2 e 4, com papel e lápis.

As atividades do grupo 2 e 4 foram inspiradas num trabalho recentemente publicado por Carolyn Kieran e Anna Sfard, que visa relacionar expressões algébricas, tabelas, gráficos e textos (linguagem natural), realizando mudanças entre estas representações.

Para a elaboração das atividades do grupo 3, nos inspiramos num trabalho de Duval (1988) sobre a articulação entre os registros gráficos e algébricos, discriminando a importância das variáveis visuais pertinentes, que proporcionam uma interpretação global da representação gráfica.

Ao término de cada sessão, num momento de diálogo com os alunos, são feitas as devidas institucionalizações locais, ou seja, estabelecemos conhecimentos que desejávamos que fossem adquiridos pelos alunos.

Com a finalização da aplicação desta seqüência de ensino, pretendemos fazer uma análise mais detalhada, a fim de verificar se o nosso objetivo foi atingido, ou seja, se colaboramos para uma aprendizagem significativa do conceito de função sem a utilização de definições e regras.

Bibliografia

COTRET, S. R. Une Etude Sur Les Representations Graphiques Du Mouvement Comme Moyen D´Acceder Au Concept de Fonction ou de Variable Dependante. Journal pour les enseignants de mathematiques et de sciences physiques du premier cycle de l´enseignement secondaire. Petit X, n.17, p.5 à 27, 1988.

DAMM, R. Registros de Representação. In: Educação Matemática: uma introdução. São Paulo: EDUC, 1999. p.135-153.

DUVAL, R. Sémiosis et pensée humaine. Registres semiotiques et apprentissages intellectuels. Peter Lang. S.A. Suisse: Editions scientifiques européennes, 1995. p.1-14.

DUVAL, R. Graphiques et Equations: L'Articullation de deux registres. Annales de Didactique et Sciences Cognitives. IREM de Strasbourg. 1988. p. 235-253. KIERAN, C. Teaching and Learning of School Algebra. Handbbok of Research on Mathematics Teaching and Learning. 1992. c.7.

KIERAN, C.; SFARD, A. Seeing Trought Symbols: The Case of Equivalent Expressions. Focus on Learning Problems in Mathematics. Winter Edition, Center for Teaching/Learning of Mathematics, 1999. v. 21, n.1.

MACHADO, S. D. A. Engenharia Didática. In: Educação Matemática: uma introdução. São Paulo: EDUC, 1999. p. 197-212.

SCHWARTZ , B.; DREYFUS, T. Transfer between function representations: A computational model. In: G. Vergnaud, J. Rogalski e M. Artigue (Eds.). Proceedings of the International Conference for the Psycology of Mathematics Education, Paris, France. G.R. Didactique, 1989. v.3, p.143 –150.

_____ News actions upon old objects: a new ontological perspective on functions " Revista Educational in Mathematics. v. 29, n.3, p.259-2911995.

SILVA, B. A. D. Contrato Didático. In: Educação Matemática: uma introdução. São Paulo: EDUC, 1999. p. 43– 64.

Uma Análise da Perspectiva do Professor Sobre o Currículo de Matemática na EJA

Edson Alves Cardoso
Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Jahn
PUC/SP

Resumo

Segundo dados do IBGE (1999), 13% da população brasileira é composta por pessoas analfabetas. Nesta perspectiva, a ampliação da oferta de Educação de Jovens e Adultos (EJA) é imprescindível. Inúmeras pesquisas tratam da primeira fase deste processo, a alfabetização, porém, a continuidade desta formação no segundo segmento, equivalente ao terceiro e quartos ciclos do Ensino Fundamental, ainda não é muito explorada, principalmente na disciplina de Matemática. O objetivo do presente trabalho é contribuir para a mudança deste quadro, buscando identificar e analisar as escolhas e principais fatores que são considerados pelos professores na elaboração de um programa ou plano de curso de Matemática para a EJA. Para tanto, realizamos um levantamento inicial no curso de Suplência II da Rede Municipal de Diadema, por meio da aplicação de um questionário a alunos e professores. A partir da análise dos dados colhidos, constatamos divergências nos pontos de vista entre estes alunos e os professores a respeito do curso oferecido e dos objetivos propostos para este curso. O aprofundamento desta análise se deu numa segunda etapa, com a elaboração e aplicação de entrevistas com professores de Matemática da maior escola daquela Rede Municipal. As análises destas entrevistas nos permitiram identificar os principais fatores que dizem respeito à visão do professor sobre o curso, seu aluno e suas estratégias de trabalho. A utilização das mesmas estruturas e conteúdos do Curso Regular de Ensino Fundamental neste curso de Suplência é apontada como fator dominante e significativo, não conseguindo criar condições que possibilitem um maior aproveitamento das características deste aluno, diferentes do adolescente. Este aspecto aliado à falta de formação específica para a EJA e à ausência de uma política educacional para este segmento da Educação, causa na maioria das vezes, frustração no professor não contemplando suas expectativas nem as de seu aluno jovem ou adulto.

Introdução e Justificativa

Este trabalho visa apresentar um estudo sobre um segmento da Educação que vem sendo muito discutido atualmente: a Educação de Jovens e Adultos (EJA). A Lei das Diretrizes e Bases da Educação (1996) busca fixar um Ensino Fundamental que garanta no mínimo oito anos de escolaridade aos brasileiros. Apesar disso, um contingente de cerca de 22 milhões de pessoas ainda permanece analfabeto em nosso país. Na procura por alternativas para este enorme contingente de excluídos (Oliveira, 1999, p. 60), a EJA se apresenta como uma das possibilidades que tomam força nos últimos anos.

Originalmente identificada apenas pela faixa etária a que se destinava, hoje as características da EJA incluem o mesmo público que a escola regular. Segundo Haddad e Di Pierro (2000, p. 127):

"...os programas de educação escolar de jovens e adultos, que originalmente se estruturavam para democratizar oportunidades formativas a adultos trabalhadores, vêm perdendo sua identidade, na medida em que passam a cumprir funções de aceleração de estudos de jovens com defasagem série-idade e regularização do fluxo escolar".

Assim, o curso da EJA se destina àqueles que tiverem uma passagem curta ou não sistemática pela escola, determinando um universo relativamente homogêneo no interior da sociedade contemporânea. Estas características específicas do curso criam a necessidade de um enfoque diferenciado no tratamento dos conteúdos abordados nas diversas disciplinas que o compõem, sendo que neste trabalho discutiremos questões relativas à Matemática.

Nesta perspectiva, a construção de uma proposta curricular que venha ao encontro dos anseios dos professores e que faça frente às demandas do curso é um desafio que se apresenta e que procuramos tratar neste estudo na medida em que, focando os saberes e fazeres docentes associados a um currículo real para a EJA, buscamos identificar e compreender as escolhas e as concepções dos professores acerca deste curso.

A partir deste tema central, iremos discutir os dados que colhemos em nossa pesquisa sobre alunos, professores e características desse curso, principalmente no que se refere às escolhas para o Plano de Curso adotado.

Buscamos neste trabalho, assim como o proposto por Fonseca (1998, p. 82) referindo-se aos formadores de Educadores Matemáticos de Jovens e Adultos,

"Contribuir para uma compreensão amadurecida da mudança de perspectiva que representa passar da preocupação com 'o que dá para ensinar de Matemática numa escola de jovens e adultos' para a busca da 'inserção da Matemática na Educação Fundamental de pessoas jovens e adultas' ".

A EJA no Brasil

A própria origem do nome *supletivo* se apresenta contrária à esta perspectiva de mudança, pois segundo Soares(1999, pp. 29-30):

"O conceito de ensino supletivo é muito restritivo se comparado ao entendimento que se tem hoje sobre educação de jovens e adultos. Ensino supletivo é uma concepção superada de educação compensatória, de reposição de conhecimentos àqueles que não estudaram na idade própria".

Enquanto que para a EJA:

"A educação de jovens e adultos é um conceito mais ampliado, mais próximo da realidade da população que a demanda. Não se trata de mera transmissão de conhecimentos nem de projetos aligeirados com vistas à rápida aquisição do diploma. Educação é processo, é conhecimento, é reflexão, é interação, que requerem "tempo" e "espaços" apropriados para serem vivenciados".

Estaríamos assim, tratando de uma nova concepção de educação de adultos, não mais aquela destinada apenas a repor, a ser um ensino de segunda classe, mas sim, a criar condições de construir uma escola diferenciada para este público específico. A busca por esta

escola passou por diversos momentos históricos e exigiu a criação de dispositivos legais específicos que serão brevemente descritos a seguir.

Atualmente a EJA se insere na Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei nº 9394/96 de 26/12/96 e o parecer CNE nº 11/2000 do Conselho Nacional de Educação. A LDB diz:

"Capítulo II - Da Educação Básica - Seção III - Do Ensino Fundamental

Art. 32. O ensino fundamental, com duração mínima de oito anos, obrigatório e gratuito a escola pública, terá como objetivo a formação básica do cidadão..."

Estes disposições legais, a princípio deveriam fornecer o necessário para a implantação de salas de EJA no Brasil, porém, como diz Soares (1999, p; 29):

"... a LDB transferiu a obrigação de EJA para estados e municípios, sobrecarregando estes últimos no tocante ao atendimento do preceito constitucional referido. No entanto, concretamente, através do FUNDEF (Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e Valorização do Magistério)) impossibilitou que os mesmos municípios mantivessem classes de jovens e adultos. Neste sentido, o FUNDEF vem representando um indicador de exclusão de jovens e adultos do direito à educação. De um lado, tem-se a garantia constitucional de um direito; de outro, o não cumprimento por parte do Estado, desse mesmo direito".

A partir disto, as verbas oficiais destinadas à Educação passaram a ser distribuídas de maneira específica, sendo que o Ensino Médio fica a cargo do Estado e a Educação de Jovens e Adultos, aos Municípios, depois de atenderem às demandas do Ensino Fundamental e da Educação Infantil. Apesar do não cumprimento das diversas metas governamentais, ou da não priorização de recursos em relação a EJA, algumas cidades investem neste segmento da Educação. Transpostos estes problemas, além da falta de recursos disponíveis para assegurar a sobrevivência do curso, outro ponto a ser discutido é a continuidade entre a Suplência I (equivalente à 1ª à 4ª serie do EF) e a Suplência II (equivalentes à 5ª à 8ª séries do EF). A ausência de um currículo específico que garanta a continuidade destas duas fases da Educação de Jovens e Adultos, é um empecilho para muitos, além de não ser tomada como prioridade pelos Estados e Municípios. Na maioria das vezes, apenas é oferecido o Ciclo I, a Alfabetização.

No caso brasileiro, a definição de jovem ou adulto, juntamente com os artigos pertinentes na LDB, determinam o campo de atuação da EJA. Em termos mundiais, os objetivos de uma proposta de educação voltada exclusivamente para jovens e adultos, estão sintetizados na Declaração de Hamburgo (V Conferência Internacional de Educação de Jovens e Adultos – CONFITEA):

"Por educação de jovens e adultos entende-se o conjunto de processos de aprendizagem, formais ou não formais, graças aos quais as pessoas cujo entorno social considera adultos desenvolvem suas capacidades, enriquecem seus conhecimentos e melhoram suas competências técnicas ou profissionais ou as orientam a fim de atender suas próprias necessidades e as da sociedade. A educação de adultos compreende a educação formal e permanente, a educação não formal e toda gama de oportunidades de educação informal e ocasional em

uma sociedade educativa e multicultural, na qual se reconhecem os enfoques teórico e baseados na prática". (CONFITEA - Declaração de Hamburgo, Artigo 3º - 1997)

Realizada a cada dez anos, a V CONFITEA contou com delegações de mais de 150 países e os debates giraram em torno do direito à *"educação ao longo da vida"*. O conceito de educação de jovens e adultos contidos na declaração na declaração envolve políticas educacionais que vão além da simples *alfabetização*, marca dominante nas políticas governamentais brasileiras das últimas décadas. As exigências do mercado de trabalho envolvem conceitos mais amplos do que o domínio da leitura e escrita, e com isso uma educação permanente exige um adulto com mais desenvoltura, que possa ser mais maleável na busca de sua própria formação.

Com o objetivo de pesquisar a realidade desenvolvida no trabalho com a EJA, tendo a V CONFITEA como parâmetro de comparação, realizamos um estudo no curso de EJA que é desenvolvida na cidade de Diadema, na Grande São Paulo.

O cenário da pesquisa

A cidade de Diadema, apesar dos escassos recursos, investe na EJA há mais de dez anos, com o MOVA (Movimento de Alfabetização) destinado à alfabetização inicial e EJA - 1º e 2º segmentos, equivalentes às 1ª à 4ª e 5ª à 8ª séries do Ensino Fundamental. Este trabalho se atém ao 2º segmento de EJA, especificamente à área de Matemática.

A Secretaria de Educação, Cultura, Esportes e Lazer (SECEL) de Diadema, publicou em dezembro de 2000, um documento que pretendia ser o norteador dos trabalhos para a EJA, o "Currículo da EJA - Prefeitura Municipal de Diadema – 2000". Um dos pontos de análise em nossa pesquisa foi a estrutura do curso, segundo a comparação entre este documento oficial e o Plano de Curso de Matemática da rede Municipal de Educação.

A fim de confrontarmos os objetivos do curso com aqueles expressos pela SECEL, aplicamos um questionário a todos os professores de Matemática da Rede (num total de 17), para diagnosticarmos sua formação e propostas de ensino.

O perfil dos alunos foi pesquisado por meio de um questionário aplicado na maior escola da Rede Municipal (denominada "E6" e que, de um total de 400 alunos, 289 alunos responderam ao questionário).

Para finalizarmos nossa pesquisa, inicialmente foi realizada a dinâmica tipo Mapa Conceitual (Moreira, 1987) e posteriormente, entrevistas individuais com os três professores de Matemática da "E6". As análises das entrevistas seguiram os conceitos de análise de conteúdos descritos em Bardin (1979).

Considerações finais

Com base nas análises das entrevistas, podemos salientar os seguintes aspectos, levantados pelos professores:

O professor busca no curso de EJA uma saída para as péssimas condições de trabalho em outras redes de ensino, municipal ou estadual. A indisciplina é apontada hoje como um dos fatores de maior desgaste do professor, e segundo ele, isso não ocorre na EJA,

com um público diferenciado. Os professores apontam para um início de mudança desta realidade a partir das alterações na idade mínima para ingresso EJA.

A EJA é apontada inicialmente, como uma situação quase idílica, onde o professor pode atuar como ele sempre imaginou: público interessado, condições de trabalho razoáveis, apoio para desenvolver este trabalho e com total liberdade de escolhas e de atuação. Aos poucos esta realidade se desfaz e o professor busca explicações para isso. As que ele encontra, quase sempre são as mesmas apontadas para o Curso Regular: desinteresse, interesse apenas pelo "diploma", falta de "base" (os chamados pré-requisitos). Isto desfaz também a idéia inicial apresentada por eles mesmos, das "vantagens" do Curso Regular.

O professor também tenta justificar o desempenho dos alunos considerando que há muitas aulas, os alunos ficam cansados, os têm pouco tempo de estudo, etc.

Outro ponto a ser considerado é sobre a suposta dificuldade que os alunos mais velhos têm em aprender. O discurso do professor é relativamente "preconceituoso", na medida em que certas dificuldades dos alunos são relacionadas à idade.

Entrevistador: *Você nota alguma diferença entre o trabalho com o Supletivo e o Curso Regular?*

P1: *Tem. Em termos de aprendizado... Primeira diferença, eles tem mais tempo, é que o Regular que eu trabalhei, a faixa etária, apesar de ter indisciplina, essas coisas, eles são mais novos, eles tem mais facilidade, de assimilar.*

Entrevistador: *E as mudanças em relação aos alunos?*

P2: *Aos alunos a gente está sentindo a mudança de entrar mais adolescentes. E em relação ao aprendizado eu também acho que sim. O adolescente aprende mais rápido.*

A partir de uma análise diagnóstica de conteúdos no início de cada semestre, o professor repensa seu plano. Entretanto, estas modificações buscam suprir a "falta de pré-requisitos" destes alunos, numa demonstração que a Matemática é encarada pelo professor como possuindo uma seqüência clara a ser seguida.

Não existe uma integração sistemática entre a EJA do 1º e do 2º segmento. Cada curso define suas prioridades, independente do aluno. Isto acarreta um descompasso entre o que o professor do 2º segmento espera do aluno (pré-conceitos ou pré-requisitos) e a formação que ele traz do 1º segmento. Apesar de diversas vezes solicitada aos órgãos competentes, isto ainda não ocorre e os três professores apontam esta falta de comunicação como uma das dificuldades na elaboração de um plano mais próximo do que é aplicado na sala de aula.

O professor se apresenta como buscando soluções para uma melhor aprendizagem, se sentindo na obrigação de tratar de assuntos práticos com estes alunos. O mercado de trabalho aparece como fonte de preocupação para os professores: de que forma seu curso poderá auxiliar o aluno futuramente? Estas "cobranças" ainda causam desconforto nos professores.

O Plano de Curso adotado na Escola Municipal "E6" e que corresponde às demais escolas da Rede Municipal, deixa transparecer a visão do professor tarefeiro, executor de programas. Na mesma linha, o documento *"Currículo EJA 2000 – Diadema"*, em pauta no ano 2000 e que deveria ser a síntese do pensamento oficial da Secretaria de Educação para o curso de EJA, também não trouxe contribuições significativas aos professores. Pelas

entrevistas, constatamos que o professor o consulta apenas para "ver a ordem" dos conteúdos. Podemos interpretar, a partir da análise das mesmas entrevistas, que isto se dá devido a pouca participação dos professores na sua elaboração, e conseqüente falta de compromisso com as questões ali tratadas.

Apesar do professor mostrar-se consciente de que esta equiparação com o Curso Regular não tenha apresentado resultados positivos e embora participante do processo de seleção dos conteúdos (e a princípio, podendo intervir nas escolhas), ele opta pela introdução de mudanças de maneira individual. Esta consciência do professor aparentemente não basta para que ele perceba que mesmo no Curso Regular "com alunos que aprendem mais rápido" segundo seus depoimentos, o aproveitamento não é exatamente muito diferente do que no Curso Supletivo.

Outro aspecto que foi levantado nas entrevistas é a necessidade de uma melhor formação (inicial e continuada) que auxilie o professor a atender os alunos com dificuldades de leitura e interpretação, essencial para um trabalho com Resolução de Problemas por exemplo. Os professores apontam também a escassez de material (livros didáticos ou paradidáticos) à disposição neste segmento da Educação, não permitindo uma maior comparação entre diversas experiências.

Referências Bibliográficas

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo.* Lisboa, Portugal: Edições 70. 1979.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil* (CF 88). Coordenação Maurício Antonio Ribeiro Lopes – 3ª edição revista e atualizada – São Paulo: EDITORA REVISTA DOS TRIBUNAIS. 1988.

___. *Diretrizes e Bases da Educação Nacional.* Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

___. Lei nº 9.424 de 24 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de valorização do

Magistério.

___. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica. *Parecer CEB nº 11/2000.* Brasília: MEC. 2000.

DIADEMA (Município). *Currículo da EJA 2000.* SECEL. 2000.

FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis. *A inserção da Educação Matemática no processo de escolarização básica de pessoas jovens e adultos.* In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 1988. São Leopoldo. *Anais do VI Encontro nacional de Educação Matemática.* Volume 1, pp. 79-82. São Leopoldo (RS); Sociedade Brasileira de Educação Matemática/Universidade do Vale dos Sinos, 1998.440p.

HADDAD, Sergio, DI PIERRO, Maria Clara. *Escolarização de Jovens e Adultos.* Revista Brasileira de Educação. São Paulo, nº 14. 2000.

MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas Conceituais.* Marco Antonio Moreira e Bernardo Buchweitz. São Paulo: EDITORA MORAES. 1987.

OLIVEIRA, Marta Khol de. *Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem.* Revista Brasileira de Educação. São Paulo, nº 12. 1999.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Educação. *Deliberação CEE nº 17/97.* São Paulo: CEE/SP. 1997.

SOARES, Leôncio José Gomes. *PROCESSOS de inclusão/exclusão na educação de JOVENS e ADULTOS.* Revista Presença Pedagógica, vol. 5, nº 30, pp. 25-33. Belo Horizonte, novembro/dezembro, 1999.

Uma Pesquisa Acerca do Ensino das Operações Aritméticas Elementares

- A história como possibilidade de pensar as questões do pre sente

Eliana da Silva Souza
Orientador: Antonio Miguel
FE/UNICAMP

Este trabalho refere-se à pesquisa que desenvolvo no doutorado, sob a orientação do professor Antonio Miguel, na área de concentração de História e Filosofia e Educação Matemática, na Faculdade de Educação, na UNICAMP e está sendo financiado pela FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). A pesquisa teve seu objeto de investigação construído no interior do processo de trabalho que vivi como professora da disciplina *Conteúdo e Metodologia de Matemática*, em cursos de formação de professores das séries iniciais do ensino fundamental. Ouvindo os relatos das alunas e/ou professoras, registrando suas falas, tenho buscado compreender que tipos de instruções geralmente acompanham os modos como acreditam que deve ser encaminhado o ensino das quatro operações aritméticas.

Neste trabalho de investigação que estou desenvolvendo proponho-me a realizar um estudo que ponha em destaque os valores subjacentes às instruções dadas aos alunos e aos procedimentos utilizados atualmente por um grupo de professores das séries iniciais do ensino fundamental, de uma escola pública, para o ensino das técnicas de cálculo escrito, ou melhor, dos algoritmos da adição, subtração, multiplicação e divisão.

Entendemos que um dos modos possíveis de se conhecer esses valores consistiria em expor às professoras procedimentos obsoletos antecedentes – sobretudo aqueles que passaram a ser propostos e divulgados pelas primeiras aritméticas impressas na Europa Ocidental a partir do final do século XV – para se efetuar essas mesmas operações, constituindo-se num esforço no sentido de se buscar a compreensão dos mecanismos presentes nos processos de apropriação, recriação, re-significação, transmissão e recepção desses procedimentos pedagógicos por parte das professoras.

Interessa-nos verificar:

Que procedimentos são geralmente utilizados e que valores estão subjacentes às práticas pedagógicas de professores das séries iniciais referentes ao ensino dos algoritmos convencionais?

Quais procedimentos de cálculo são valorizados e reforçados no contexto escolar e, por oposição, quais procedimentos são inibidos e mesmo reprimidos?

Quais instruções de cálculo são consideradas válidas por parte dos professores?

Que valores estão subjacentes a este nosso modo de calcular, tornado hegemônico no contexto escolar?

Falar em 'processos de apropriação, recriação, re-significação, transmissão e recepção' supõe que se busque conhecer inicialmente 'formas antecedentes' (situadas nos

séculos XV e XVI, ou mesmo antes disso) as quais, por razões que procuro conhecer, acabaram, no contexto escolar, sendo transformadas, ou mesmo preteridas no tempo, em favor de outras consideradas (por quais razões?) 'melhores' ou 'pedagogicamente mais apropriadas'. Isso nos remete inevitavelmente ao terreno da história: não só da matemática, como também da educação matemática e da história tomada em seu sentido amplo.

Se entendemos as práticas pedagógicas ligadas ao ensino das técnicas de cálculo prevalecentes em nosso contexto escolar atual como uma das opções possíveis dentre aquelas historicamente produzidas, interessa-nos também investigar como se constituiu o modo, hoje hegemônico, de se ensinar os algoritmos das quatro operações aritméticas elementares, ou seja:

Quais teriam sido as demais práticas pedagógicas historicamente produzidas e utilizadas a partir do século final do século XV?

Como se constituíram as práticas de cálculo atualmente prevalecentes no contexto escolar?

Por que razões aquelas prevalecentes em nosso contexto escolar foram as que sobreviveram?

Quais procedimentos ou saberes foram considerados importantes, válidos ou essenciais para integrarem o currículo escolar?

Por que razões os algoritmos adquiriram o status que possuem hoje no meio escolar?

A questão não consiste em saber quais foram ou são as práticas pedagógicas corretas ou adequadas relativas ao ensino e à aprendizagem dos algoritmos das quatro operações, mas quais foram ou têm sido as práticas pedagógicas consideradas corretas e adequadas. Entendemos que "a diferença não é uma característica natural": ela é cultural e socialmente produzida (SILVA, 1999, p. 87).

Falar em 'valores subjacentes às instruções' supõe que se navegue também pelo domínio da axiologia, entendida não apenas em seu sentido filosófico mais amplo mas, sobretudo, no sentido restrito e específico de uma 'axiologia subjacente ao ato de ensinar matemática' e, mais especificamente, ao ato de ensinar os algoritmos- empreendimento ainda inédito (mas a nosso ver inadiável) no campo da pesquisa contemporânea em educação matemática.

Finalmente, falar em 'procedimentos utilizados atualmente por um grupo de professores para o ensino das técnicas de cálculo escrito' nos obriga, é claro, a navegar ainda por um domínio bastante problemático e problematizado atualmente que é o do saber escolar, sobretudo, é claro, o do saber matemático escolar.

Assim posto, é claro que o problema que a mim se apresenta revela, simultaneamente, uma dimensão histórica, uma dimensão filosófica e uma dimensão pedagógica.

Por que conhecer os valores que estão subjacentes às práticas pedagógicas de professores das séries iniciais referentes ao ensino dos algoritmos convencionais?

Entendemos que se estamos interessados na compreensão do processo de ensino-aprendizagem dos algoritmos convencionais, a dimensão axiológica não deveria ser subestimada (ou mesmo ignorada) relativamente à dimensão cognitiva. A dimensão axiológica

influencia de maneira significativa a aprendizagem dos algoritmos, ou seja, ela tem influência na prática. E se quisermos interferir nas práticas (modificar, alterar, influenciar), precisamos conhecer os valores que estão subjacentes às práticas. Entendemos que essas práticas não podem ser explicadas, e eventualmente alteradas, se encararmos o ato de ensino-aprendizagem meramente como uma questão cognitiva.

Gulda de Abreu, em trabalho publicado em 1995, sinaliza para a direção pretendida por esta investigação quando apresenta sua pesquisa com crianças do ensino primário na Ilha da Madeira. A pesquisadora observou, tanto em sala de aula como nas entrevistas, que as crianças escondiam a mão debaixo da carteira quando contavam pelos dedos. Ela observa:

> *"Este acto revela que a mediação também envolveu conhecimento sobre o valor social do instrumento mediador* [dedos na contagem]. *Este valor não é fixo. Contar nos dedos pode ser visto como inapropriado por um grupo social e aceito pelo outro. Como um grupo valoriza uma prática também pode variar no tempo"* (Abreu, 1995, p. 35).

Por que ocorreu-nos utilizar os algoritmos obsoletos? Porque acreditamos que neles estão embutidos valores que são diferentes daqueles que se acham ocultos nos algoritmos atualmente valorizados no contexto escolar.

Sedimenta-se atualmente, no contexto escolar, conforme procuramos ressaltar anteriormente, a idéia de que não haveria outra forma de se realizar cálculos, senão por meio dos algoritmos usuais. Os algoritmos usuais só puderam ser usados a partir do século XV e XVI e, no fim do século XVII, a forma utilizada atualmente já era hegemônica:

> *"Nosso atual arranjo de algarismos na divisão desenvolveu-se gradualmente após a introdução dos numerais indo-arábicos. No fim do século XVII, o método da galera era encarado principalmente como uma curiosidade, e a forma moderna já estava razoavelmente bem estabelecida"* (DAVIS, 1993, p. 9).

Os europeus demoraram muito tempo para adotar o sistema de numeração que utilizamos hoje, uma vez que, tendo ele surgido no século VI d.C, quando os hindus iniciaram a história da construção dos algoritmos para a realização das operações básicas com os números naturais, só foi aceito e utilizado amplamente na Europa mais de um milênio após a sua invenção.

> *"O sistema indo-arábico de numeração, com seu princípio posicional e seu zero, começou a invadir a Europa por volta do final do século XIII ... Na verdade, foi só no final do século XV que a aritmética começou a assumir uma forma um tanto moderna ... A primeira aritmética impressa apareceu em Treviso, Itália, em 1478"* (DAVIS, 1993, p. 8).

Por isso, interessa-nos saber: Por que os algoritmos adquiriram a forma, isto é, a disposição espacial, que hoje assumem? Como se constituiu o modo, hoje hegemônico, de se ensinar os algoritmos das quatro operações aritméticas elementares?

Método da investigação

As etapas que apresentaremos a seguir diz respeito ao como iremos conhecer esses valores, isto é, diz respeito ao método que está orientando esta investigação. Consistiria, primeiramente, em se procurar destacar, junto com as professoras, as instruções por elas fornecidas às crianças durante o ensino das operações; em seguida, apresentar às professoras, em 'sessões interativas', algoritmos que seguem procedimentos distintos dos procedimentos atuais, e que foram utilizados por nossos antepassados, ou seja, que foram utilizados, em certos contextos, durante um determinado período de tempo, mas que deixaram de ser utilizados, a partir de certo momento, no contexto escolar, procurando assim fazer com que esses valores se manifestem de algum modo.

1. Levantamento dos algoritmos obsoletos

A primeira etapa do método que vem orientando nossa investigação consistiu em fazer um levantamento dos algoritmos que se fazem presentes em algumas aritméticas comerciais publicadas na Europa Ocidental nos séculos XV e XVI, com a intenção de se buscar conhecer 'formas antecedentes' de realização de cálculos escritos. O levantamento já foi realizado e partiu de um breve estudo que já havia sido realizado por meu orientador, professor Antonio Miguel e pela professora Maria Angela Miorim, com objetivos diferentes daqueles presentes nesta investigação. Eles haviam elaborado um texto, em forma de atividades, para uso exclusivo em suas aulas junto a seus alunos do Curso de Licenciatura em Matemática.

2. Entrevistas com as professoras

A segunda etapa do método consistiu na realização de entrevistas com as professoras que constituem os sujeitos desta investigação. O objetivo dessas entrevistas foi proceder a levantamento, caracterização e categorização das instruções por elas dadas aos alunos nos momentos de ensino-aprendizagem da adição, subtração, multiplicação e divisão, além de proceder a uma descrição dos procedimentos e recursos a que elas lançam mão nesses momentos. As entrevistas foram realizadas a partir de um roteiro previamente elaborado. O grupo foi constituído por seis professoras, dentre as quais quatro estavam atuando, em 2001, em terceiras séries, uma numa quarta série e uma numa segunda série.

3. Estudo exploratório das instruções

Após as entrevistas, seguimos para a etapa de explorar as instruções, procurando destacá-las. Destacaríamos, inicialmente, duas instruções que apareceram nas falas das professoras: uma refere-se à exigência de se 'caminhar' em um sentido obrigatório para se operar com os algarismos das diversas ordens nos algoritmos, sobretudo nos da adição e subtração; e a outra, refere-se à exigência de manutenção de uma determinada disposição espacial dos algarismos ao se realizar as contas segundo os algoritmos usuais.

Em relação à primeira, todas as professoras instruem seus alunos, quando vão realizar uma conta de adição ou de subtração, a começarem pela ordem mais à direita, ou seja, para que operem com os algarismos envolvidos da direita para a esquerda, a partir da casa das unidades.

A outra instrução destacada nos depoimentos das professoras é a que se refere à disposição espacial dos algarismos dos números que estão sendo operados na montagem dos algoritmos e em seus desenvolvimentos. Nos casos da adição e subtração, a instrução é para que o aluno coloque obrigatoriamente 'um número embaixo do outro', isto é, unidades embaixo

de unidades, dezenas embaixo de dezenas, centenas embaixo de centenas, etc., como podemos observar nos seguintes trechos selecionados das entrevistas:

Podemos notar, portanto, que as duas instruções que comentamos, nada têm a ver com imperativos de natureza matemática, constituindo, a rigor, imperativos escolares cuja eficácia pedagógica poderia ser questionada.

4. Sessões interativas de investigação

A análise do material produzido a partir das etapas anteriores nos forneceu subsídios para o planejamento do que chamamos de 'sessões interativas de investigação'. A elaboração de roteiro para essas sessões baseou-se na análise cruzada dos documentos constituídos ao longo dos momentos anteriores.

O propósito que nos orientou nessa etapa foi o de estabelecer um 'diálogo' entre as práticas de cálculo escrito que prevalecem no contexto escolar da atualidade e as práticas de cálculo escrito tornadas obsoletas, que possibilitasse o afloramento dos valores subjacentes aos procedimentos pedagógicos utilizados pelo grupo de professoras que constituem os sujeitos desta pesquisa, para o ensino dos algoritmos usuais da adição, subtração, multiplicação e divisão.

Realizamos quatro sessões interativas de investigação durante a qual as professoras tomaram conhecimento dos algoritmos obsoletos por nós selecionados.

Com base no material empírico produzido nas etapas anteriores, a última etapa do método consistirá da realização de estudo acerca das razões da prevalência dos algoritmos atuais.

Referências teóricas

Entendemos que um dos modos de verificar os valores subjacentes ao ensino dos algoritmos na realidade é o recurso à noção de estudo histórico-pedagógico. Sem nos determos exaustivamente na concepção de um estudo histórico-pedagógico temático, poderíamos apenas ressaltar algumas características de um estudo dessa natureza: - é uma constituição histórica de um tema ou tópico específico da matemática ou da educação matemática, mas com fins estritamente pedagógicos;- é uma constituição orientada por finalidades pedagógicas de natureza preponderantemente não-tecnicista;- é uma constituição que tenta viabilizar uma participação orgânica da história nas aulas de matemática e na pesquisa em educação matemática;- é uma constituição orientada segundo uma concepção de história-problema;- é um trabalho de pesquisa que se constitui no âmbito da interação de, pelo menos, quatro áreas do conhecimento: a educação, a matemática, a história e a filosofia (MIGUEL, 1996).

Estamos procurando trabalhar em uma perspectiva histórica inspirada na genealogia apresentada/praticada nos trabalhos de Michael Foucault. Por quê? Porque Foucault ocupou-se, em suas pesquisas, de objetos- tais como o corpo, a doença, a sexualidade, a punição- que não eram considerados passíveis de estudo pelas perspectivas históricas de sua época. Ao elegê-los como objeto de estudo, procurou analisar o modo como eles se constituíram e se transformaram. *"Sabemos que as análises foucaultianas não se pretendem uma espécie de proposta teórica geral. Elas são pontuais, circunscritas e localizadas"* (MUCHAIL, 1998, p. 64).

Entendo que este é um dos propósitos que pretendo atingir com este trabalho quando busco entender o modo como um grupo de professoras das séries iniciais de uma escola pública valoriza determinados procedimentos para o ensino dos algoritmos e como o ensino dos algoritmos prevalecentes na atualidade se constituiu.

Minha questão central seria, pois, não tanto o quê?, mas por quê? Por que esta prática pedagógica relativa aos algoritmos que aí está e não outra? Por que, por exemplo, a prática de se operar da esquerda para a direita, quando se efetua o algoritmo da adição, é geralmente julgada incorreta por parte de professores e alunos? Outras práticas poderiam desafiá-la ou conviver com ela? Quais interesses fizeram com que essa prática pedagógica, e não outras, se tornasse hegemônica? Quais relações de poder estiveram envolvidas no processo de seleção dessa prática hegemônica?

Foucault procura estabelecer as relações entre a genealogia (ou história 'efetiva') e o que se chama habitualmente de história; entendo que este estudo comportaria o que ele chama de história 'efetiva' ou genealógica. Uma das características desta história 'efetiva' seria a de um tal tipo de história não temer ser um saber perspectivo:

> *"...ela* (a história efetiva) *não teme ser um saber perspectivo. Os historiadores procuram, na medida do possível, apagar o que se pode revelar, em seu saber, o lugar de onde eles olham, o momento em que eles estão, o partido que eles tomam- o incontrolável de sua paixão"* (FOUCAULT, 1990, p. 30).

É esta é também uma das características de um *estudo histórico-pedagógico* apresentada por Miguel (1996): propor-se ser perspectivo. Queremos interrogar o passado tendo em vista as necessidades pedagógicas do presente, na perspectiva do educador matemático.

> *Fazer a genealogia dos valores e do conhecimento seria deter-se 'nas meticulosidades e nos acasos dos começos', atentando meticulosamente à sua 'derrisória maldade'; não há uma verdade escondida esperando para ser descoberta. Fazer a genealogia não seria tornar impenetráveis os acontecimentos da história e evitar as incertezas e os caminhos tortuosos. A genealogia seria, portanto, a realização de um projeto que torna os saberes históricos (locais, menores) "capazes de oposição e de luta contra a coerção de um discurso teórico, unitário, formal e científico" (Foucault, 1990, p. 172). Foucault coloca:*
>
> *"Chamemos provisoriamente de genealogia o acoplamento do conhecimento com as memórias locais, que permite a constituição de um saber histórico das lutas e a utilização deste saber nas táticas atuais... Não é um empirismo, nem um positivismo, no sentido habitual do termo, que permeiam o projeto genealógico. Trata-se de ativar saberes locais, descontínuos, desqualificados, não legitimados, contra a instância teórica unitária que pretenderia depurá-los, hierarquizá-los, ordená-los em nome de um conhecimento verdadeiro, em nome dos direitos de uma ciência detida por alguns"* (Ibid., p. 171).

Para Foucault, saber e poder estão *"diretamente implicados", "todo saber estabelecido permite e assegura o exercício de um poder"* (FOUCAULT, 1999, p. 27).

> *"dizer que os escritos de Foucault concernem à verdade e ao poder significa que eles realizam investigações históricas que buscam descrever, em períodos determinados da história da cultura ocidental, modos de produção de saberes*

reconhecidos como verdadeiros e sua articulação com modos de exercícios de poder" (Muchail, 1998, p. 56).

A *'experiência do passado' apresentada* por Jorge Larrosa no livro *Pedagogia Profana*, mostra-se como pertinente como referencial teórico para este trabalho. Larrosa descreve o modo como entende a *'experiência do passado'*; esta só tem sentido quando parte de uma preocupação do presente, de uma problemática do agora, do acontecimento: *"a interpretação do passado só é experiência quando tomamos o passado como algo ao qual devemos atribuir um sentido em relação a nós mesmos"* (LARROSA, 1999, p. 136).

É sob essa perspectiva, não por simples curiosidade de saber sobre o que se passou, mas pela inquietude provocada pelas questões e preocupações que procuramos apresentar, que propomos que este estudo caminhe do presente para o passado de modo que o passado se torne uma experiência. Não é o acúmulo de informação sobre a história dos algoritmos e/ou sobre a história do ensino dos algoritmos que torna esta atividade uma experiência; da perspectiva em que nos colocamos, essa atividade deve ser capaz de engendrar uma reflexão para além do momento em que acontece ser capaz de ajudar a compreender a história vivida.

Os trabalhos de Tomaz Tadeu Silva também são referências para esta investigação. Entendemos tanto os algoritmos quanto o estilo hegemônico de se ensiná-los na atualidade como resultado de um processo de *'construção social'*, mas que passa por um processo de *'naturalização,* de *'essencialização'*, de *'cristalização'*, processo que esconde *"as marcas, as pistas do processo social de sua construção, quando o caráter precário, mundano, profano, se transmuta em natureza, em transcendência"* (SILVA, 1999b, p. 20).

Pensamos que, com esta investigação, estaremos contribuindo para um melhor conhecimento dos procedimentos (e dos valores a eles subjacentes, é claro!) utilizados atualmente, assim como os procedimentos que não são mais utilizados (mas que um dia o foram). A meta é tornar visíveis as marcas da constituição desses procedimentos e do conjunto valorativo que os sustenta.

Bibliografia

ABREU, Guida. As teorias das representações sociais e a cognição matemática. In Quadrante: Revista Teórica e de Investigação, Portugal, vol. 4, n.º 1, 1995, pp. 25-41.

DAVIS, Harold T. – História da Computação. Tradução de Hygino H. Domingues. Coleção Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula. São Paulo, Atual, 1993.

FOUCAULT, Michael – Microfísica do poder. Tradução de Roberto Machado. Rio de Janeiro, Graal, 1990.

FOUCAULT, Michael – Vigiar e Punir. Tradução de Raquel Ramalhete. Petrópolis (RJ), Vozes, 1999.

LARROSA, Jorge – Pedagogia Profana. Tradução de Alfredo Veiga-Neto. Belo Horizonte, Autêntica, 1999.

MIGUEL, Antonio – Estudos históricos-pedagógicos temáticos e história-problema. Braga, Portugal, actas do Congresso 'História e Educação Matemática', 1996.

MUCHAIL, Salma Tannus. De práticas sociais à produção de saberes, in: MARTINELLI et al. O uno e o múltiplo nas relações entre as áreas do saber. São Paulo, Cortez co-edição EDUC, 2ª edição, 1998.

SILVA, Tomaz Tadeu – Documentos de Identidade- Uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte, Autêntica, 1999a.

_____ O currículo como fetiche: a poética e a política do texto curricular. Belo Horizonte, Autêntica, 1999b.

Concepções de Matemáticos e Egressos do Impa Sobre Matemática e Educação Matemática: Considerações Sobre um Estudo Piloto

Eliane Oliveira Lorete
Orientadora: Profª. Drª. Circe Mary Silva da Silva Dynnikov
Universidade Federal do Espírito Santo

Tema: Concepções sobre Matemática e Educação Matemática.

Justificativa

Este trabalho faz parte do projeto de pesquisa "O IMPA na institucionalização e formação de professores" que está sendo desenvolvido pela minha orientadora, cujo objetivo é construir a história do IMPA (Associação Instituto de Matemática Pura e Aplicada) e analisar o seu papel como formador de professores e pesquisadores de Matemática no Brasil. Nosso trabalho insere-se nesse projeto maior na medida que em buscaremos conhecer as concepções sobre Matemática e Educação Matemática dos docentes do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Espírito Santo (DMAT/UFES) que fizeram algum curso de pós-graduação no IMPA e dos seus respectivos orientadores. A escolha pelo Departamento de Matemática da UFES se deve ao fato de haver, nesse Departamento, um número expressivo de docentes egressos do IMPA, se comparado em termos percentuais com outras Instituições de Ensino Superior do país.

O objetivo deste artigo é apresentar algumas considerações sobre o estudo piloto que realizamos para verificar se as perguntas do roteiro da entrevista semi-estruturada que utilizaremos para a coleta de dados atendem aos objetivos de nossa pesquisa de mestrado:

- Identificar e analisar as concepções dos matemáticos do IMPA sobre Matemática e Educação Matemática.

- Identificar e analisar as concepções dos professores do DMAT/UFES egressos do IMPA sobre Matemática e Educação Matemática e a visão que esses egressos possuem sobre o IMPA.

Problema da Pesquisa

O problema da nossa pesquisa é encontrar elementos que propiciem ou não, estabelecer relações entre as concepções dos egressos e as concepções dos matemáticos do IMPA sobre Matemática e Educação Matemática. Assim, uma parte fundamental de nosso trabalho é identificar as concepções de Matemática e Educação Matemática dos egressos e dos matemáticos do IMPA. Desse modo, é de suma importância que os instrumentos atendam aos nossos objetivos.

Referencial Teórico

O estudo acerca das concepções dos professores de Matemática já vem sendo realizado há alguns anos. Fernandes (2002) apresenta um guia bibliográfico crítico e inicial para as pesquisas sobre as concepções do professor de Matemática. Neste guia, a autora apresenta um resumo dos trabalhos realizados pelos seguintes autores: Thompson (1984), Guimarães (1988), Carvalho (1989), Silva (1993), Cury (1994), Carrilo e Contreras (1995), Sztajn (1998) e Fernandes (2001). Além do resumos destes trabalhos, Fernandes realiza um cruzamento entre os significados apresentados por estes autores para o termo *concepção*.

Em nossa pesquisa, utilizaremos o termo *concepção* com o significado dado por Thompson (1992):

> *"uma estrutura mental geral, englobando crenças, significados, conceitos, proposições, regras, imagens mentais, preferências, etc" (p. 130, tradução nossa);*

e concepção sobre a natureza da Matemática como

> *"as crenças conscientes ou subconscientes, conceitos, significados, regras, imagens mentais, e preferências concernentes a disciplina de Matemática. Essas crenças, conceitos, visões, e preferências constituem os rudimentos de uma filosofia de matemática" (p. 132, tradução nossa).*

Utilizaremos os conceitos de Thompson pelos seguintes motivos:

- Não existe um consenso na literatura corrente na utilização dos termos *concepções* e *crenças*. Essa falta de consenso não ocorre apenas na literatura brasileira, como bem nos aponta Fernandes (2002), mas também na internacional. Pehkonen & Furinghetti (2001) apontaram esse fato num estudo cujo foco era clarificar alguns elementos nos estudos relacionados a crenças, concepções e conhecimento. Neste estudo, os autores montaram um questionário com nove caracterizações retiradas de textos escritos no período 1987-1998 e enviaram via correio eletrônico a 22 especialistas convidados a participar do encontro "Mathematical Beliefs and their Impact on Teaching and Learning of Mathematics", realizado em Novembro de 1999 (desses 22 especialistas, 18 responderam ao questionário). Junto a cada caracterização era solicitado aos participantes deste estudo que dissessem se a caracterização era apropriada ou não e os motivos pela decisão; ao final era solicitado que cada participante escrevesse sua própria caracterização. Segundo os autores as caracterizações apresentadas por Schoenfeld (1992) e Thompson (1992) foram as que tiveram maior aceitação entre os participantes deste estudo. Baseados nesses estudos, fizemos nossa opção pela definição de Thompson (1992). Entretanto, gostaríamos de salientar que esta opção é provisória, pois como estamos com nossa pesquisa em andamento, podemos mais adiante, optar por outra definição ou até mesmo, construírmos nossa própria definição.

- Existe, também, na literatura corrente, diferentes acepções para o termo *concepção*, como por exemplo os termos *ideário*, utilizado por Fiorentini (1995) e *consciência metacognitiva*, utilizado por Santos (1994).

Metodologia

Nosso trabalho é de cunho qualitativo. Utilizaremos questionário, entrevista semi-estruturada e análise de documentos (como provas, programas, planos de aula e qualquer outro material que os sujeitos do trabalho utilizem).

Decidimos realizar um estudo piloto da entrevista semi-estruturada para observarmos se as perguntas do roteiro atendem nossos objetivos e que modificações ou ajustes são necessários. Para a realização de nosso piloto, procuramos por pessoas que fizeram mestrado ou doutorado no IMPA e que, atualmente, não pertencem ao corpo docente do DMAT/UFES. Localizamos dois professores (que designaremos de **Professor 1** e **Professor 2** para preservamos sua identidade) que se encaixavam neste perfil e aceitaram participar do teste.

As entrevistas duraram aproximadamente 45 minutos cada e foram realizadas em dias diferentes, em local por eles escolhido. A entrevista realizada com o **Professor 1** foi um pouco prejudicada, pois perdemos cerca de 10 minutos de gravação devido a uma falha no gravador. Não tivemos nenhum problema de ordem técnica na entrevista com a **Professor 2.**

As entrevistas foram transcritas e a partir dessa transcrição fizemos diversas leituras procurando elementos que nos permitissem identificar a concepção de Matemática e Educação Matemática desses professores. Com o intuito de explorar mais o estudo piloto, decidimos fazer uma categorização preliminar dessas concepções. Para essa categorização, optamos trabalhar com a classificação que Ernest (1988) fez das concepções sobre Matemática.

Ernest (1988) distingue três concepções (as quais chama "filosofias") de Matemática:

instrumentalista: Matemática é uma acumulação de fatos, regras e habilidades para serem utilizadas em razão de um fim externo. Matemática é um conjunto de fatos e regras não-relacionados mas úteis.

platonista: Matemática é um corpo estático mas unificado de conhecimento corretos. Matemática é descoberta, não criação.

resolução de problemas: Matemática é um campo da criação e invenção humana em dinâmica e contínua expansão, um produto cultural. Matemática é um processo de pesquisa e conhecimento, não um produto acabado, por isso seus resultados estão abertos à revisão.

Resultados

Após diversas leituras, encontramos nas falas de cada depoente elementos que nos possibilitaram uma categorização preliminar das concepções expostas por eles.

Nas falas do **Professor 1**, não encontramos elementos que nos permitissem captar sua concepção sobre Matemática.

Já nas falas do **Professor 2**, encontramos trechos que nos levaram a inferir que a concepção de Matemática deste professor mescla elementos de uma concepção Platonista e Instrumentalista:

> *(...) porque tudo na matemática desenvolve sua lógica, seu raciocínio.*

(...) porque são também ferramentas que ele vai estar usando; por mais que ele não use profundamente todas essas coisas, ele vai usar.

(...) a matemática é muito autoritária.

> *Às vezes é parte de teoria que vem depois, uma base, quer dizer, constrói-se uma espécie de biblioteca, onde as pessoas que lidam com tecnologia e outras coisas vão usar aquilo porque precisam desenvolver suas coisas. Mas aquilo é imprescindível, sem aquilo não existe outras coisas.*
>
> *Então a matemática é uma arma muito potente, é uma ferramenta em tudo quanto é área. Ela é necessária de existir.*
>
> *Mas o número complexo você precisa saber, ele precisa existir.*

Observamos ainda que a concepção sobre Matemática do **Professor 2** reflete na sua concepção sobre Educação Matemática:

> *Eu sempre procurei seguir bastante o livro, porque eu acho que facilita muito o estudo do aluno*
>
> *Exercícios. Bastante exercícios. Acho que eles não faziam o quanto eu falava, porque sem exercício na matemática ninguém faz nada. A pessoa pode entender, mas tem que amadurecer a idéia.*

Mas tem que fazer, para poder gravar mesmo, se tornar uma coisa natural. E depois tem os exercícios mais elaborados, que exigem um pouquinho mais de compreensão, de análise

Já a concepção de Educação Matemática do **Professor 1**, aproxima-se da concepção que Ernest classificou de Resolução de Problemas:

> *E você podia desenvolver, trabalhar muito com resolução de problemas, estar aplicando os conceitos.*
>
> *Eu gostava sempre de começar minhas aulas com um problema.*
>
> *Porque não adianta eu dar matemática, ensinar derivada, se eu não ensinar esses meninos a resolver problemas.*

Tem que saber o conteúdo, isso nem se discute, tem que saber mais do que vai ensinar com certeza, ter uma visão boa da Matemática. Mas só isso não garante ser um bom professor. Ele tem que saber se comunicar, saber se relacionar, saber fazer as coisas. Precisa saber diferentes metodologias de ensino, aplicações, saber pesquisar, ler, se informar, cuidar das questões sócio-culturais.

> *Podemos perceber nesses recortes uma consistência entre a concepção de Matemática e de Educação Matemática do **Professor 2** quando ele fala da importância de seguir o livro didático, de se fazer muitos exercícios para se aprender Matemática.*

Verificamos na entrevista com o **Professor 1** que ele demonstrou uma preocupação em trabalhar com resolução de problemas, pois essa foi uma fala muito recorrente durante a entrevista. Percebemos ainda que o **Professor 1** demonstra ter consciência de suas concepções, demonstrando um processo de reflexão e aprimoramento de sua prática, conforme os recortes abaixo:

Eu sempre trabalhei muito com resolução de problemas. Tanto é que em 1980, eu comecei a pesquisar resolução de problemas. Eu gostava sempre de começar minhas aulas com um problema.

(...) hoje em dia eu acho que estou melhor porque eu conheço novas metodologias, conheço teorias que estão embasando minha reflexão. Antes eu não tinha teoria, eu fazia meio que intuitivamente. Com o estudo hoje em dia eu faço mais consciente, eu não tinha multa consciência disso.

> *Eu aprendi a dar aula via resolução de problemas, problematizando, quando eu passei a estudar (...)*
>
> *Porque hoje em dia eu tenho uma coisa que eu não tinha a muitos anos atrás: é saber como os conceitos são construídos, como se constrói o conceito algébrico, como é que se faz o pensamento algébrico, o que é importante para o pensamento geométrico... Esse conhecimento eu não tinha, eu fazia a coisa meio que intuitiva, hoje em dia eu faço mais consciente.*

Com relação ao **Professor 2**, um ponto marcante da entrevista foi a questão da formação do professor: ele precisa ter conteúdo. Todos concordamos com esse ponto, ele mesmo afirma que só o conteúdo não garante ser um bom professor, mas várias vezes ele retoma este ponto:

Para ser um bom professor? Primeiro tem que saber muita Matemática. Acho que tem que saber muita matemática.

(...) Quanto mais, melhor. Claro que não é só isso. A segunda coisa, a pessoa precisa gostar, muito... Eu acho que se ela estiver fazendo pesquisa, mesmo que seja pouca coisa, a pessoa passa uma empolgação, que é muito positiva em sala de aula.

Tem que parabenizar o aluno que consegue, ele [professor] não pode massacrar o aluno que não consegue. O professor tem que ter preparo para responder essas perguntas.

> *(...) Então eu acho que o professor tem que ser mais preparado para responder isso.*
>
> *O professor do ensino médio ele tem que ter uma boa formação nessas coisas. E ele tem que incentivar o aluno a entender e não simplesmente a decorar.*

Também estávamos interessados em captar a imagem que os professores têm do IMPA Quanto à formação, pudemos observar como os professores entrevistados vêem sua pós-graduação no IMPA:

> *Ajudou a me deixar mais seguro com relação à Matemática. Você realmente amadurece, no sentido de ser muito mais crítico na coisa que você está fazendo (Professor 2).*
>
> *Eu acho que o mestrado no IMPA me ajudou a me tornar pesquisador, a estudar (Professor 1).*
>
> *Dá uma segurança maior, uma independência maior como matemático mesmo. Além de te acrescentar conteúdo (Professor 2).*
>
> *O [meu orientador] sempre colocava um problema e ele ia desenvolvendo a teoria, às vezes era até um teorema, porque a aula era muito teórica, Álgebra II... Mas ele tornava aquilo uma aula de resolução de problema (...) eu acho que o [meu orientador] foi uma pessoa que me influenciou muito (...) Agora eu vejo que uma das coisas que me influenciaram muito, assim em didática, foram as aulas do [meu orientador], ele era um professor bem didático* (**Professor 1**).

A imagem que esses professores possuem do IMPA estão colocadas abaixo:

> *Agora, ele [o IMPA] me ajudou também a ver o que eu não deveria fazer (...). No IMPA havia muito protecionismo aos "gêniozinhos", aos "bons" alunos. O aluno médio era meio massacrado, era difícil o professor que dava atenção ao aluno se ele não fosse brilhante. (...) mas o grande problema é você ter dúvidas simples e as pessoas não quererem responder essas dúvidas simples. (...) E a outra questão são as relações interpessoais, quando você tinha algum problema pessoal, e eles não queriam saber. (...) Então eu aprendi o que eu não deveria fazer. Não olhar o aluno que falta como se fosse um desinteressado. (...) Então eles eram muito rígidos. Essa rigidez do IMPA, eu não sei se eles mudaram, mas aquela rigidez afastou muita gente (...) mas fora da sala, eu sempre fui muito bem tratado, até hoje eu vou visitar o IMPA, tenho uma relação boa, tenho lembranças... Assim não foi traumatizante, apesar de eu não concordar com várias coisas que eram feitas lá.* (**Professor 1**)
>
> *Eu achei dentro do meu mestrado, achei muito difícil esse isolamento que a gente vive lá. (...) a gente se fecha muito dentro da matemática. E lá a gente ficava um pouco isolado do mundo (...) Há certos professores um pouco distantes (...) Uma coisa assim, que eles estavam muito mais interessados na pesquisa deles do que em realmente dar aula (...) Eu achei assim, que meus primeiros meses no mestrado foram ótimos, mas o segundo, terceiro semestre foi um inferno! Eu ia como se fosse obrigado, como se estivesse indo para a forca (...) Então eu senti uma certa dificuldade, acho que por conta daquele isolamento! Eu me senti muito isolado. Eu senti que queria trabalhar num ambiente onde eu estivesse lidando com a pessoa em si.* (**Professor 2**)

Observamos nas falas dos professores alguns aspectos que merecem ser melhor estudados: o 'isolamento' do aluno no instituto; a rigidez presente nas relações interpessoais; o aluno que não é 'brilhante'; as 'dúvidas simples' que não são sanadas; ..., enfim esses aspectos que surgiram nas entrevistas-piloto chamaram nossa atenção e pensamos que os mesmos merecem também ser aprofundados, já que as concepções dos professores "*são forças reais que compõem a própria realidade*" (Barbosa, 1999) e segundo este mesmo autor, "*pouco (ou nada) adianta especular sobre as concepções dos professores sem considerar o contexto no qual estas se situam*".

Considerações Finais

A realização de um estudo piloto, além de servir para analisarmos se nossos instrumentos estão atendendo aos objetivos propostos, é uma oportunidade para que possamos observar as falhas que ocorreram e para tentar evitá-las no momento da coleta de dados. Após as leituras, percebemos que deixamos passar oportunidades para explorar melhor uma determinada fala do entrevistado. Quanto ao roteiro da entrevista semi-estruturada,

verificamos que teremos que fazer algumas modificações no mesmo para que ele venha atender melhor nossos objetivos.

Como colocamos anteriormente, a categorização que realizamos neste estudo é *preliminar*. As categorias que utilizamos (concepção sobre Matemática, concepção sobre Educação Matemática e imagem sobre o IMPA) precisarão ser subdivididas para que nossa pesquisa tenha a consistência e clareza necessárias.

Bibliografia

BARBOSA, J. C. Concepções dos professores como objeto de estudo: dos fundamentos às implicações para a pesquisa. Comunicação oral no III EBRAPEM, Rio de Janeiro, nov 1999. Disponível em http://home.ismnet.com.br/~romello/Ebrapem/Barbosa,%20Jonei%20Cerqueira.html Acesso em 13 set. 2001

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977 (Reimpressão em Fevereiro de 2000).

ERNEST, Paul. The impact of beliefs on the teaching of Mathematics. 1988. Disponível em http://www.ex.ac.uk/~Pernest/impact.htm. Acesso em 25 jan. 2002.

FERNANDES, Dea Nunes & GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. Concepções do professor de Matemática: contribuições para um referencial teórico. 2002 (no prelo).

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil. IN Zetetiké, ano 3, nº 4, 1995, p. 1 - 37.

PEHKONEN, Erkki & FURINGHETTI, Fulvia. Problems on the use of the concepts "Belief" and "Conception". In: Riitta Soro (ed.). Current State of Research on Mathematical Beliefs X

Proceedings of the MAVI-10. European Workshop, June 2-5, 2001, p. 47 - 54. Disponível em http://www.uni-duisburg.de/FB11/PROJECTS/MAVI/Proc10.doc Acesso em 19 de jun. 2002.

SANTOS, Vânia Maria Pereira dos. Consciência metacognitiva de futuros professores primários numa disciplina de Matemática e um exame de seu conhecimento, concepções e consciência metacognitiva sobre frações. In: Seminário sobre novas perspectivas da Educação Matemática no Brasil. Águas de São Pedro/SP. 1994. Série Documental: Eventos, nº 4, 2ª parte. MEC/INEP, Brasília., abr. 1994.

THOMPSON, A . G. Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In D. A . Grouwns (Ed.). Handbook of Research in Mathematics Teaching and Learning. New York: Macmillan, 1992, p. 127 - 146.

O Conceito de Integral e a Dialética Ferramenta Objeto

Autor: Elias Rodrigues de Moura
Orientador: Prof. Dr. Benedito Antônio da Silva
Instituição: PUC -SP

Introdução

O presente trabalho é uma apresentação do anteprojeto de pesquisa desenvolvido em nível de mestrado junto ao Programa de Pós – Graduação em Educação Matemática da PUC-SP, sobre orientação do Prof. Dr. Benedito Antônio da Silva, cujo objetivo é investigar como estudantes universitários em Ciências Exatas concebem e utilizam o conceito de integral. Esta pesquisa baseia-se nos princípio teóricos de Régine Douady sobre Dialética Ferramenta – Objeto. No momento da elaboração deste artigo, esta pesquisa encontra-se em uma fase de refinamento da problemática e em aprofundamento do estudo da base teórica.

Justificativa

A dificuldade de compreensão dos conceitos fundamentais do Cálculo tem sido evidência em diversas pesquisas (Villarreal (1999), Orton (1983), Vinner (1989)), entre outras.

São muitos os estudantes que, mesmo tendo cursado a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral nos seus cursos de graduação, apresentam dificuldades em realizar tarefas que envolvam os conceitos fundamentais do Cálculo.

Dentre os conceitos considerados fundamentais do Cálculo está o de Integral. Este tem grande aplicabilidade em diversos campos como o da Física ,por exemplo, e o próprio campo da Matemática como o cálculo das transformadas integrais , dos coeficientes da Série de Fourier, etc.

Da minha prática docente pude observar que são muitos os alunos que, após cursarem a disciplina de Cálculo Diferencial Integral, são capazes de determinar a primitiva de uma função utilizando-se de regras ou de técnicas de integração mas se mostram incapazes de calcular o centro de massa de um corpo ou simplesmente a área de uma região limitada por curvas.

Diante de dados de pesquisa que revelam a dificuldade dos estudantes em conceber e utilizar os conceitos fundamentais do Cálculo, e mais especificamente em compreender o conceito de integral em suas diversas facetas, interessamo-nos por investigar como estudantes universitários concebem e utilizam o conceito de Integral, afim de contribuir com um diagnóstico que forneça informações para que novas pesquisas possam aflorar em torno do ensino/aprendizagem do conceito de Integral.

Problema da Pesquisa

O conceito de integral é caracterizado por uma estrutura interna extensiva, que dá ao conceito uma natureza multifacetada e uma dimensão que não é refletida por uma única definição, como a definição de Riemann sobre Integral.

Segundo Villarreal , os estudos em Educação Matemática que tratam do ensino e aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral, abordam o problema sob diversas perspectivas e em diversos contextos, e cada um oferece elementos que permitem ampliar a análise das dificuldades apresentadas na aprendizagem dos conteúdos. Villarreal apresenta algumas dessas dificuldades seguindo dois caminhos que não são independentes, mas que estão intimamente relacionados: a problemática da concepção dos estudantes e a problemática no ensino do Cálculo. Destaco abaixo, dificuldades, algumas levantadas nesses estudos e outras, por mim observadas ao longo de minha prática tanto discente como docente.

Muitas vezes os alunos acham que aprendeu um determinado conceito do Cálculo, mas o que ficou para eles foi o algoritmo de cálculo, o processo mecânico ou o resultado de uma operação. Villarreal aponta que " os estudantes tiveram um bom desempenho nas tarefas algorítmicas (por exemplo: cálculo de integrais),... mas surgiram dificuldades quando representações gráficas estavam envolvidas no cálculo de áreas... Poderosos algoritmos produzem uma algebrização que acaba ocultando as idéias essenciais do Cálculo."

Por outro lado, os alunos tendem a decorar técnicas de integração e a integral em si passa a ter pouca significação, ou seja, ao resolver questões que envolvem a aplicação desse conceito, eles recorrem a procedimentos padrões.

Tais dificuldades, levaram -me à indagação:" qual a concepção dos alunos sobre a Integral após à abordagem deste conceito na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I ?

Esta pesquisa pretende investigar qual é a concepção dos alunos sobre o conceito de integral e sua utilização na resolução de problemas dentro do campo da Matemática e da Física, ou seja, o motivo principal do projeto de pesquisa é ganhar informação quanto à compreensão dos estudantes sobre o conceito de Integral após esse ter sido abordado no curso de Cálculo.

Fundamentação Teórica

Esta pesquisa fundamenta-se no quadro teórico de Regine Douady sobre a dialética ferramenta – objeto e o jogo de quadros.

> *Regine Doudaly mostra que a dialética ferramenta-objeto e as mudanças de quadros são instrumentos poderosos de análise, permitindo uma certa leitura da evolução de noções matemáticas, e também instrumentos para a análise da aprendizagem efetivamente existente.*

Segundo Regine Douady uma noção tem estatuto de ferramentas quando ela intervém na resolução de problema (um conceito já adquirido é utilizado para aquisição de novos conhecimentos). Ela tem o estatuto de objeto quando é o objeto da aprendizagem.

Uma mesma ferramenta pode ser utilizada para resolver diferentes problemas.

Ferramenta é, então, um conceito que é utilizado para a resolução de um problema, pode existir independentemente do sujeito que irá utilizar ou ser fruto de sua construção. Quando o aluno se depara com um problema para o qual não tem mecanismos de resposta, deve procurar, pesquisar ou construir novos instrumentos para que resolver o problema (o que

pressupõe aceitar a devolução do problema). Nesta etapa do aprendizado os conceitos formam a ferramenta a ser utilizada.

Isso provoca um debate para discussão das estratégias entre os alunos (Institucionalização local).

Depois o professor faz a conclusão final, selecionando alguns conhecimentos que ele vai descontextualizar e que os alunos deverão reter e mais tarde usar na resolução de novos problemas.

O conceito novo adquirido passa a ser ferramenta de um novo conhecimento a ser adquirido num novo ciclo da dialética ferramenta objeto.

Um conceito quando é objeto da aprendizagem é chamado objeto. A distinção entre estes dois conceitos torna a ação do professor mais próxima da de um pesquisador pois ao organizar as situações - problemas para se construir algum conceito ele deve disponibilizar as ferramentas para que o aluno, ou um grupo de alunos, possa usar estas ferramentas como cultura e se apropriar deste conhecimento. Um objeto não é algo que tem vida separada de outros conceitos, assim, ao se trabalhar com conceitos matemáticos o professor deve possibilitar ao seu aluno que tome posse das ferramentas necessárias para a resolução do problema proposto.

Quando o aluno faz uso de um conceito para construir outro conceito, aquele é uma ferramenta e este objeto, se a intenção for a construção deste conceito. Num próximo passo, objeto pode passar a ser uma ferramenta para uma nova engenharia didática; assim objeto torna-se ferramenta.

Pelo que foi dito temos que o objeto é descontextualizado, por ser objeto do saber sábio, e as ferramentas estão inseridas num contexto, sob o controle de alguém a um dado momento.

A temporalidade de uma ferramenta se deve ao fato de, por exemplo, num momento ou contexto ser ferramenta e em outro momento ou contexto ser objeto.

Por exemplo, a adição de números naturais, estudada enquanto objeto, pode ser ferramenta de cálculos em problemas matemáticos. A contextualização de um objeto traz em si a transformação do saber em ferramentas para a construção de novos conceitos.

Segundo Duady "quadro é constituído de ferramentas de uma parte da Matemática, de relações entre objetos, suas formulações eventualmente diferentes e de imagens mentais associadas a estas ferramentas e relações. Dois quadros podem Ter os mesmos objetos e serem diferentes por causa de imagens mentais e da problemática desenvolvida."

A noção dos jogos de quadro é muito importante na aquisição de novos conceitos. A mudança de quadros permite obter novos pontos de vista, acessar outras ferramentas que não as inicialmente encaminhadas, resolver problemas e também ver suas propriedades.

Metodologia

O público alvo desta pesquisa serão os alunos do curso de engenharia que já tenham cursado a disciplina de Cálculo Diferencial Integral ou que já tiveram contato com o conceito de Integral.

Para efetuar- se tal investigação será realizada uma pesquisa diagnóstica que poderá ser por melo de:

questionário para os alunos;

entrevistas com os alunos;

entrevistas com professores de Cálculo I ou com professores de disciplinas onde o conceito de integral é pré-requisito;

análise de provas ou exercícios realizados.

Bibliografia

UFPR Normas para apresentação de documentos científicos, V6: Referências. Curitiba: Ed. da UFPR, 2001.

VILLARREAL, M.E. O pensamento matemático de estudantes universitários de Cálculo e tecnologias informáticas. Rio Claro, 1999. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

MARANHÃO, M.C.A Dialética Ferramenta-Objeto. In: MACHADO, Silvia Dias Alcântara. Educação Matemática uma Introdução: São Paulo: EDUC, 1999. p.115 – 134

ORTON, A. (1983) , Students understantdings of differentation. Educational Studies in Mathematics, Dodrecht, v.14, p.235-250.

VINNER, S. (1989) Mathematics Service Courses – Lip Service. THE PROCEDINGS OF SECOND JERUSALEM CONVENTION ON EDUCATION, 2, 1989, Jerusalem. P.397 – 405.

A Colaboração Entre Professor e Pesquisador no Processo de Construção de um Pensamento Algébrico

Autora: Elisangela Pavanelo (epavanelo@ig.com.br)
Orientadora: Laurizete Ferragut Passos (laurizet@terra.com.br)
UNESP – Rio Claro

Resumo

A concepção em relação ao desenvolvimento desse projeto iniciou-se no meu último ano de graduação, a partir de uma experiência na qual ministrei aulas de Matemática num curso de Educação para Jovens e Adultos, no próprio Câmpus da UNESP – São José do Rio Preto.

A partir de então passei a me dedicar ao tema, realizando leituras que vão desde início dos esforços contra o analfabetismo, na década de 40, passando por autores específicos da área como Paulo Freire, até os tempos atuais. Assim, surgiu o propósito de desenvolver esse projeto, cujo objetivo central é analisar o modo pelo qual os alunos, de um Curso de Educação de Jovens e Adultos na disciplina de Matemática, comportam-se frente a atividades de investigação matemática, oferecida por um professor, em observância do contexto social em que esses alunos estão inseridos.

O tema desse projeto se coloca de grande importância, pois existe atualmente uma escassez de trabalhos referentes à Educação de Jovens e Adultos sobre esse enfoque e também a necessidade da formação de profissionais da educação especializados na área.

Introdução

Minha formação acadêmica de graduação foi no Instituto de Biociências Letras e Exatas - IBILCE - UNESP - Câmpus de São José do Rio Preto, com término em dezembro de 2000.

Estudos ligados a Educação Matemática para Jovens e Adultos não são novos em minha trajetória. Durante o último ano de graduação fiz parte de um grupo de estagiários que, na disciplina de Prática de Ensino de Matemática, ministrava aulas de Matemática num curso de Educação para Adultos.

O grupo reunia-se semanalmente para discutir assuntos ligados ao conteúdo a ser aplicado nas aulas - a melhor forma de aplicação e leituras de textos ligados ao assunto - com o objetivo de um enriquecimento acadêmico e profissional.

A experiência com aulas ministradas constituiu-se num Curso de Educação Matemática para Jovens e Adultos e as leituras realizadas sobre o assunto, proporcionaram-me, ao longo de 2000, conhecimento em relação ao tema, além de algumas inquietações.

Dentre elas, as dificuldades dos alunos em relação ao tratamento dado a exercícios e problemas matemáticos, que vão desde a interpretação até sua resolução. Isso se verificou sobre diferentes temas: sistemas de equações com uma ou duas incógnitas, resolução de equações do 2° grau, expressões numéricas envolvendo regras de sinais, proporcionalidade,

regras de três, etc. Ou seja, inquietações relativas ao conteúdo de álgebra oferecida nos cursos de Educação de Jovens e Adultos.

Essas dificuldades foram observadas tanto no decorrer das aulas oferecidas pelo curso como também, através de um questionário, aplicado pelo grupo aos alunos, em que, de uma maneira geral, eram perguntados quais as maiores dúvidas em relação à Matemática. Apesar do resultado da aplicação do questionário não corresponder exatamente ao que planejávamos, (pois esperávamos respostas mais pessoais e a maioria dos alunos respondeu com tópicos extraídos de índices de livros de Matemática para auxiliar em suas respostas), serviu-nos como um caminho.

A partir dessa experiência fortaleceu-me o propósito de desenvolver um projeto de pesquisa a respeito da Educação Matemática de Jovens e Adultos.

Passei então a dedicar-me ao tema, realizando também leituras que contemplam as primeiras preocupações de órgão públicos contra o analfabetismo, na década de 40 até os tempos atuais, visando esclarecer as inquietações surgidas no decorrer da experiência.

Assim, partindo de reflexões como: a elaboração de atividades matemática envolvendo situações-problema relacionadas ao conteúdo algébrico, elaboradas em um contexto de colaboração entre professor e pesquisador, onde se considera o contexto social onde se inserem os alunos, possibilitaria que estes últimos reflitam, desenvolvam e/ou analisem melhor seu pensamento algébrico?

O tema desse projeto se coloca de grande importância, pois existe atualmente uma escassez de trabalhos referentes à Educação de Jovens e Adultos sobre esse enfoque e também na necessidade da formação de profissionais da educação especializados na área.

A pesquisa terá uma abordagem qualitativa para que haja uma melhor apresentação dos dados a serem analisados posteriormente.

Sobre a pesquisa

Essa pesquisa volta-se principalmente para o preenchimento da lacuna referente à Educação Matemática para Jovens e Adultos, tendo em vista a escassez de pesquisas em relação ao tema, e segue também a orientação dada pelo Prof°. D'Ambrosio (2001, pg.15) quando destaca a importância de se estimular à pesquisa científica de partes "marginalizadas" da população.

O interesse pela abordagem em relação à álgebra se justifica pelo fato de que, durante minha experiência relatada inicialmente, as maiores dúvidas e dificuldades encontradas pelos alunos eram referentes a este conteúdo. A partir dessas experiências com os alunos, nos demos conta[7] da dificuldade encontrada também por nós, professores: desenvolver um 'pensamento algébrico' significativo.

Verifica-se, segundo Lins, que a Educação Algébrica tem-se mostrado insuficiente em termos de objetivo e o autor anuncia a necessidade "de se produzir significados mais ricos para essas expressões", e que alunos e professores "antes de mais nada, os vejam como legítimos" (1997, pg.164).

[7] Esta foi uma conclusão que se iniciou com o grupo de pesquisa na época da experiência.

Então, como afirma Fiorentini, Miorim e Miguel (1993, p. 87), partindo da aplicação de atividades matemáticas que envolvam situações-problema, podemos trabalhar de forma a assegurar o desenvolvimento de elementos que caracterizam o pensamento algébrico, como por exemplo, a percepção de aspectos variantes e invariantes, tentativas de expressar ou explicitar a estrutura de uma situação-problema e a existência das generalizações.

Dessa forma, pode-se perceber que existe, atualmente, uma grande necessidade em se formar Educadores Matemáticos de Jovens e Adultos com afinidade em relação à Matemática voltada para habilitar seus alunos, a partir de um compromisso, honestidade e entusiasmo que a tarefa exige, cabendo a esses profissionais uma,

> *"compreensão amadurecida da mudança de perspectiva que representa passar da preocupação com 'o que é que dá pra ensinar de matemática numa escola para Jovens e Adultos ' para a busca da 'inserção da Educação Matemática na Educação escolar de pessoas Jovens e Adultas' " (FONSECA, 1988, p.82).*

Com a realização desse projeto de pesquisa, pretende-se contribuir para o levantamento de propostas nessa área, impedindo assim, o grande contingente de adultos e jovens que, mesmo passando pelo sistema de ensino que, não obtém um aprendizado suficiente para realizar com autonomia a interpretação de fatos e mudanças sociais que ocorrem ao seu redor.

Construindo um referencial teórico

Um importante conceito na teoria de Vygotsky é o conceito de processo de apropriação, que reflete no resultado da construção do psiquismo humano (DAVIS, 1993, p.41). A apropriação se dá pela intermediação da linguagem ao longo das atividades humanas, permitindo que esta se organize e que seja planejada em função de seus fins, ou seja, de seus objetivos.

De acordo com Newton Duarte, o processo de apropriação está ligado diretamente a um outro processo, o de objetivação. A ligação dialética entre esses dois processos se traduz em um importante fundamento da concepção histórico-cultural. Essa ligação dialética entre os processos de objetivação e apropriação é responsável por gerar no indivíduo faculdades específicas humanas e também, suas necessidades.

Constituem-se também pontos relevantes da teoria vygotskyana as relações entre linguagem/pensamento e pensamento/linguagem. Para Vygotsky, a linguagem permite a construção de conceitos que se colocam como elementos centrais do pensamento, assim, sua construção resulta numa ferramenta do pensamento. Portanto, apesar de suas origens distintas (o pensamento se originando a partir de conclusões individuais e a linguagem a partir de uma apropriação sóciocultural) acabam por se fundir, dialogicamente, ao longo do desenvolvimento.

Podemos então, entender a matemática e também qualquer outro conhecimento, como um produto da atividade objetivadora do homem, no qual ele se apropria constantemente. Portanto, nessa relação de objetivação e apropriação da matemática o 'pensamento matemático' é produzido pelo homem. "Assim o pensamento matemático se forma e se desenvolve na relação com a matemática existente socialmente (...)" sendo resultado "(...)

do processo de apropriação do conhecimento socialmente existente e historicamente produzido" (DUARTE, 1997, p.61).

Relacionando as características do pensamento matemático podemos produzir da mesma maneira o pensamento algébrico. Pois, em determinadas situações expressadas socialmente e historicamente pelo homem, percebemos a existência de elementos que caracterizam um pensamento algébrico. Observamos tais pensamentos em situações como: "percepção de regularidades, percepção de aspectos invariantes em contraste com outras que variam, tentativas de expressar ou explicitar a estrutura de uma situação-problema e a presença do processo de generalização" (MIGUEL; FIORENTINI; MIORIM, 1993, p. 87).

Dessa maneira, o pensamento algébrico pode se manifestar não apenas em diferentes campos da matemática, como também, em outras áreas do conhecimento, ou seja, não existe uma única forma de expressar o pensamento algébrico.

Isso nos remete à forte relação existente na Educação de Jovens e Adultos entre saber prévio e saber escolar do educando.

Dizemos que o pensamento algébrico se aprimora à medida que o educando, gradativamente, desenvolve e aperfeiçoa sua linguagem em relação a esse pensamento (MIGUEL; FIORENTINI; MIORIM, 1993, p. 89). Colocamos, então, o trabalho da Educação de Jovens e Adultos, como uma atividade mediadora do pensamento algébrico.

Diante do significado dado por Vygotsky ao termo mediação, dizemos que o homem é um ser de mediações e que as relações entre os homens são mediadas pela linguagem e o seu contexto socialmente produzido.

Partindo do conceito de mediação abordaremos a idéia vygotskyana de 'zona de desenvolvimento proximal'. Vygotsky, ao se referir ao processo de desenvolvimento e aprendizado, determina dois níveis desse desenvolvimento. O primeiro, é o chamado nível de desenvolvimento real, caracterizado por tudo que o indivíduo consegue realizar sozinho, sem a ajuda de outra pessoa. O segundo, seria o de desenvolvimento proximal, caracterizado por aquilo que o indivíduo faz mediante o auxílio de outro.

Então, a partir da análise realizada por Newton Duarte, sobre a teoria de Vygotsky, a escola e o ensino, deveriam agir exatamente sob a zona de desenvolvimento proximal, ou seja, no âmbito daquilo que o educando ainda não interiorizou.

Material e Metodologia

Serão apresentados aqui os caminhos que auxiliarão na compreensão do fenômeno enfocado pela pesquisa descrevendo a abordagem, os métodos de coleta e análise dos dados que orientarão e sustentarão a pesquisa.

Entendendo, a partir de Miriam Goldemberg, que pesquisar em Ciências Sociais é muito mais do que um ato de procurar informações sobre um determinado assunto, e sim, constituir um conhecimento fundando-se em dados a partir de situações da realidade, sejam esses dados obtidos qualitativamente ou quantitativamente, dependendo da situação que se quer trabalhar.

Sobre a abordagem da pesquisa.

Optou-se em desenvolver essa pesquisa através da abordagem qualitativa, pela natureza do objeto de estudo, pois, esta possibilita um conhecimento mais profundo da totalidade do ambiente onde será realizada a pesquisa, apropriando-se assim, de formas de compreensão de um conjunto de atitudes e reações do indivíduo em face ao meio em que está inserido.

Segundo Garnica uma caracterização básica da pesquisa qualitativa bastante consistente é a de Lüdke e André (1986) ancorado em Bogdan e Bilklen (1991, pg. 11-13, texto original de1982):

"(i) Ter o ambiente natural como sua fonte de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; (ii) coletar dados predominantemente descritivos; (iii) o processo de análise tende a ser indutivos sendo que 'os pesquisadores não se preocupam em buscar evidências que comprovem hipóteses definidas antes do início dos estudos;..."

A caracterização acima é defendida também por Alves Mazzotti (1999) e intensificada pela autora baseada em Patton (1986), em que para um estudo qualitativo é necessário ao pesquisador uma visão generalista, uma abordagem intuitiva e investigação naturalística.

Entendemos assim, que o propósito da pesquisa em analisar o ensino de álgebra dentro do currículo de matemática na Educação para Jovens e Adultos, encaixa-se na abordagem qualitativa como uma metodologia adequada, permitindo a observação intensa das dificuldades, atitudes e reflexões do professor frente a esses cursos e a esse conteúdo.

Os sujeitos e o campo da pesquisa

Pretendemos desenvolver o projeto de pesquisa no curso de Educação para Jovens e Adultos do II Ciclo (5ª a 8ª séries) da Escola Estadual Profª. Zita de Godoy Camargo.

A escola localiza-se no bairro Jardim Hipódromo, ao Norte do município de Rio Claro, SP. Este bairro limita-se com: Jardim Cervezom; Jardim São Caetano; Jardim Independência; Jardim São José; Parque Industrial; entre outros, pertence ao que se costuma chamar de "O Grande Cervezom" que, embora seja um bairro de periferia, conta com uma boa infra-estrutura.

Será observado um professor de matemática do curso de Educação de Jovens e Adultos durante o semestre escolar[8], em períodos do 2º e 3º termos[9].

Procedimentos metodológicos

[8] Um semestre escolar geralmente é iniciado na Segunda semana de fevereiro até a Quarta semana se junho (primeiro semestre) ou quarta semana de julho a quarta semana de novembro.

[9] O curso de Educação de Jovens e Adultos da rede Pública de Ensino é separado em quatro termos, com duração de um semestre cada, reduzindo assim de quatro para dois anos o curso de Ensino Fundamental.

Será realizada, primeiramente, uma observação das aulas com o objetivo de propiciar uma interação entre pesquisadora, sujeitos da pesquisa e contexto social onde os sujeitos estão inseridos.

Entendendo pesquisa colaborativa como propõe Passos (1999), significa desenvolver um projeto de maneira que os profissionais envolvidos reflitam "tendo como ponto de partida a análise coletiva da prática com vistas à alteração da ação pedagógica".

Em seguida, numa relação de cooperação entre professor e pesquisador, serão efetuadas reuniões (previsão de seis), onde a primeira servirá como apresentação de algumas atividades que envolvam situações-problema sugeridas pelo pesquisador. Nessa apresentação será colocado para os professores como foi a elaboração das mesmas, o que norteou a escolha, etc. Serão discutidas e também sugeridas, pelo professor, modificações e/ou aperfeiçoamento das mesmas.

Essas atividades serão aplicadas e replanejadas em um trabalho cooperativo entre o professor e o pesquisador. Reuniões posteriores serão realizadas entre professor e investigador após cada aula de aplicação das atividades com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento da aplicação, dificuldades ocorridas e alterações que julgarem necessárias.

Ao final das aulas de aplicação das atividades será reservado um espaço para discussão com os alunos sobre as atividades questionando quais as dificuldades encontradas, se gostaram ou não e por que, etc.

Detalho, a seguir, os procedimentos que serão utilizados para a coleta de dados:

1) Levantamento bibliográfico;
2) Análise de documentos legais relacionados à pesquisa;
3) Observação da sala de aula com registro em caderno de campo;
4) Elaboração das atividades de investigação;
5) Reunião com o professor antes da aplicação das atividades de investigação;
6) Aplicação das atividades em sala de aula;
7) Reuniões realizadas com o professore ao final de cada aula de aplicação das atividades de investigação;
8) Aplicação de um questionário aos alunos no término das aplicações de todas as atividades;
9) Reunião final com o professor para um balanço final do desenvolvimento das atividades.

Considerações finais

No momento, estamos na fase de coleta de dados feita com base nas observações de sala de aula, da aplicação das atividades e nas reuniões com o professor.

A análise dos dados, por ser um processo complexo, se realizará a medida em que os dados forem sendo coletados, numa tentativa de identificá-los e relacioná-los, "construindo

interpretações e gerando novas questões e/ou aperfeiçoando as anteriores" (MAZZOTTI, 2001, p. 170). Assim, essas interpretações serão testadas a partir da organização das informações adquiridas selecionando falas, fatos e documentações ligadas diretamente ao objetivo da pesquisa. Após leitura detalhada do material selecionado torna-se necessário que o pesquisador os sintetize e os classifique através de um processo contínuo em que se procura identificar dimensões, categorias, tendências, relações, desvendando-lhes o significado.

Tenho a expectativa de que, os resultados obtidos através dessa pesquisa, venham a refletir como uma alternativa de trabalho para os professores de Matemática da educação de jovens e adultos no desenvolvimento e na análise do pensamento algébrico de seus alunos.

Bibliografia

D'AMBROSIO, Ubiratan. *O Programa Etnomatemática: História, Metodologia e Pedagogia.* Coletânea de Trabalhos Publicados e não Publicados, São Paulo, p. 1-15, 2001.

DAVIS, Claudia. O Construtivismo de Piaget e o Sócio-Interacionismo de Vygotsky. Seminário Internacional de Alfabetização e Educação Científica, Anais, 1993, São Paulo, p. 36-52.

DUARTE, Newton. *O ensino da Matemática na Educação de Jovens e Adultos.* São Paulo. Editora Autores Associados, 1989. 186p.

DUARTE, Newton._____ *Contribuciones de la Escuela de Vigotski a la Enseñanza de la Matemática em la Educación de Jóvenes y Adultos*: in UNESCO. Conocimento Matematico en la Educación de Jóvenes y Adultos, Santiago, UNESCO-SANTIAGO, 1997.

FIRENTINI, Dario; MIORIM, M. A; MIGUEL, Antonio. Contribuição para um Repensar... a Educação Algébrica Elementar. Pro-Posições, Vol. 4n°1[10], março, 1993.

FONSECA, Maria da Conceição. *A Inserção da Educação Matemática no Processo de Escolarização de Pessoas Jovens e Adultas.* Encontro Nacional de Educação Matemática, VI, 1998, São Leopoldo. Anais VI ENEM, São Leopoldo: Rio Grande do Sul, 1998. p.79-82.

GARNICA, Antonio V.M. _____ *Filosofia da Educação Matemática: Algumas Ressignificações e uma Proposta de Pesquisa*: in Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. Maria A. V. .

GOLDEMBERG, Miriam. *A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais.* São Paulo. Record, 1999.

HADDAD, Sérgio, & DI PIERRO, Maria Clara. *Escolarização de Jovens e Adultos.* Revista Brasileira de Educação, São Paulo, n. 14, p. 118 – 128, 2000.

LUDKE, MENGA & ANDRÉ, MARLI E. D. A. *A Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas.* São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

LINS, Rômulo C. & GIMENES, Joaquim. *Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o Século XXI.* Campinas – SP, Papirus, 1997.

MAZZOTTI, Alves J. A. & GEWANDSZNAJDER, Fernando. O Método nas Ciências Qualitativas: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa. São Paulo: Pioneira, 2001.

PASSOS, Laurizete Ferragut. _____ O Projeto Pedagógico e as Práticas Diferenciadas: O Sentido da Troca e da Colaboração: In Pedagogia das Diferenças na Sala de Aula. Marli André. Campinas, SP: Papirus, 1999.

VIGOTSKI, L. S. A Formação Social da Mente. São Paulo, Martins Fontes, 2000.

ZEICHNER, K. M. A Formação Reflexiva de Professores: idéias e práticas. Lisboa, Educa, 1993.

Encontrando Significados: A Construção da Autonomia do Professor

Autora: Erica da Silva Moreira Ferreira
Orientadora: Prof[a] Dr[a] Anna Regina Lanner de Moura
UNICAMP- Faculdade de Educação

Apresentação

O Ensino Fundamental de 1ª à 4ª séries, no que diz respeito ao ensino de Matemática, conserva ainda uma preocupação com a quantidade de conceitos adquiridos. A compreensão significativa na maioria dos casos ainda não foi conquistada, permanecendo geralmente apenas no campo das intenções.

Nos dias atuais, a autonomia intelectual é pré-requisito para a "sobrevivência" profissional e, porque não dizer, no dia-a-dia do indivíduo. Na Educação, também temos que almejar essa habilidade.

O meu objetivo é verificar como a aprendizagem significativa da Matemática pode colaborar para o desenvolvimento da autonomia do professor, a partir da reflexão sobre atividades de ensino com enfoque na dinâmica conceitual (Lima, 1998) que visa fazer com que professores e alunos (re) criem os conceitos matemáticos em sua subjetividade.

Entendemos que, na medida em que o raciocínio lógico-matemático e o modo como o professor colabora com a construção desse conhecimento, pode propiciar aos estudantes a compreensão das demais disciplinas escolares, uma vez que os conceitos matemáticos são gerados através da atividade humana, nas diferentes culturas. Dessa forma, como esses conceitos tem sua gênese no movimento da vida, devem contribuir para que o aluno tenha uma nova postura diante da sua realidade: ser capaz de ver uma nova ordem e novas relações entre idéias tornando-se crítico e questionador desta realidade, ou seja, nesse movimento de (re) criação do conceito, professores e estudantes terão a oportunidade de se conhecerem e conhecerem os movimentos da vida através dos conteúdos matemáticos.

Introdução

Ao entrarmos no mundo da escola, nos deparamos com uma realidade bastante diferente daquela que o mundo lá fora de fato pode nos proporcionar. A realidade é complexa e nessa complexidade maravilhosa de cheiros, gostos, sensações, prazeres é que o homem se constrói e se descobre. A nossa meta, como educadores, é encontrar a fórmula para fazer com que o homem perceba que há prazer também em aprender e desvendar o mundo.

Diante de nós, nas salas de aula, não temos mentes somente; temos à nossa frente pessoas cheias de vida que buscam compreender seu espaço e suas possibilidades. São pessoas que pensam, viveram e vivem inúmeros momentos, bons ou ruins, que colaboram para fazer delas quem elas são.

Aos sete, ou às vezes aos seis anos de idade, os alunos passam a ser expostos à sistematização de conteúdos agrupados ao longo de anos de investigações e pesquisas.

Trazemos para a sala de aula o "resultado" das descobertas dos outros – função da educação. A questão é o como fazer isso, uma vez que nossas escolas apresentam aos estudantes um ensino pronto e acabado, fazendo com que o estudante tenha equívocos ao acreditar que o conhecimento matemático já está rigidamente formatado, cabendo a ele somente a memorização dos conteúdos estabelecidos pelos currículos e que são aplicados na sala de aula sob a forma de tarefas.

Temos a impaciência de desejar resultados imediatos e visíveis na relação ensino-aprendizagem. Pouco temos acesso ao que de fato acontece nas mentes que se dispõem a aprender. Freqüentemente nos esquecemos, que cada ser é único e que essa unicidade traz a necessidade de olharmos para o indivíduo e não somente para o resultado que ele possa nos apresentar. Devemos repensar nossa prática com vistas a um objetivo menos imediato; lembrarmo-nos de que não estamos colaborando para o desenvolvimento de alunos e sim de pessoas.

O que seria mais interessante para o aluno: conhecer as datas mais importantes da História do Brasil ou saber que seu papel na sociedade é o de contribuir positivamente para as mudanças necessárias no país? O que seria mais instigante: saber resolver uma divisão tendo dentro da chave um número "grande" ou conseguir ajudar sua mãe na hora de calcular qual é o melhor plano de parcelamento numa loja? Saber-se capaz de agir no mundo que nos rodeia é uma aprendizagem necessária que pode e deve ter por aliada a Escola.

A aprendizagem da Matemática na sala de aula geralmente considera apenas o aspecto formal da Matemática, organizado pela comunidade científica, embora os conceitos matemáticos sejam gerados na atividade humana. Ao que parece, na sala de aula os conhecimentos matemáticos não nos permitem enxergar que são frutos de construção humana, uma vez que ficam descolados da nossa subjetividade. Quando elaboramos atividades de ensino que façam com que os estudantes observem e entendam determinados movimentos qualitativos que se apresentam na vida, e os auxiliamos a compreenderem as relações quantitativas deles abstraídos, estamos lhes possibilitando a construção de um pensar matemático que está aliado à vida e não fora dela. O estudante passa a ver as conseqüências práticas que o conhecimento pode proporcionar. Assim, a aprendizagem torna-se significativa.

"(...) as transformações qualitativas ocorrem por meio da chamada síntese dialética onde, a partir de elementos presentes numa determinada situação, fenômenos novos emergem ". (Vygotsky, In Oliveira, 1993)".

As possibilidades que a Matemática podem oferecer aos alunos ultrapassam a capacidade de "manusear" números. O raciocínio por ela proporcionado abre um leque de opções para se associar circunstâncias cotidianas e situações práticas ao conhecimento sistematizado. Fazendo o aluno observar os movimentos da vida, ele descobre que os números são registros de fatos reais e, interpretá-los e fazer uso deles, faz parte da aprendizagem construindo uma forma de raciocínio que se transforma em ferramenta para os desafios do dia-a-dia.

"... o conhecimento tem estreita ligação com a ação, pois nossa representação do mundo depende de nossas intenções".(Perrenoud, 2000)

O aluno capaz de resolver desafios de natureza lógico-matemática adquire ferramentas que o possibilitam "ler" as outras disciplinas. Ele passa a interpretar com mais clareza, contrapõe idéias de forma quase natural, busca argumentações para comprovar hipóteses (não acatando simplesmente a colocação de outras pessoas), troca idéias com colegas, organiza seu

raciocínio e busca uma conclusão lógica. Ver-se capaz de buscar, organizar, argumentar dados para um determinado assunto, é ser agente do seu conhecimento, é ser autônomo.

Fundamentação Teórica

"A atividade espontânea, pessoal e produtiva, eis o ideal da escola ativa... Partir da atividade espontânea das crianças; partir de suas atividades manuais e construtivas; partir de suas atividades mentais, de suas afeições, de seus interesses, de seus gostos predominantes; partir de suas manifestações morais e sociais tais como se apresentam na vida livre e natural de todos os dias, segundo as circunstâncias, os acontecimentos previstos ou imprevistos que sobrevêm, eis o ponto inicial da educação ". (Ferrière, in Sampaio, 1989)

Toda relação educacional é estabelecida a partir da comunicação, isto é, quando necessitamos nos fazer entender, precisamos organizar nosso pensamento em linguagem verbal. Ao fazermos isso, reorganizamos nosso pensamento, e nos compreendemos melhor.

O processo educacional pelo qual o aluno passa, onde pretendemos a formação integral do homem, deve garantir o respeito às nuanças do conhecimento. O sentido da educação se dá pela integração frente às capacidades pessoais de querer, sentir, pensar e agir.

Proporcionar ao aluno condições para que ele passe da fase onde seu pensamento ainda é desorganizado para um momento onde ele consegue estabelecer conceitos é respeitar a nuança do conhecimento, é degustar o saber.

Quando o aluno consegue estabelecer relações entre o conhecimento pretendido e aquele que ele alcançou, aí se dá o salto conceitual. O conceito torna-se parte de seu aparato intelectual e transforma conhecimento em significado.

Através da Matemática, o aluno passa a estabelecer relações entre fatos e dados, se utiliza de critérios para classificar, organizar, ver alternativas e tomar decisões, adquire essa habilidade para a vida. Essa habilidade acaba por nortear sua conduta no sentido da autonomia.

"as atividades apresentadas permitem-me ver a matemática de um outro jeito que não a simples memorização. Sei que a matemática não é isto, é construção, é ação sobre o objeto, é pensar sobre... (que é esta a concepção de conhecimento que tenho). Entretanto, na prática não consigo perceber a matemática no movimento natural da vida. Nunca havia pensado sob este ângulo". (fragmentos de diário, 2002)

Acumular conhecimentos de forma compartimentalizada e sem integração, não leva à construção de um novo conhecimento – este não se transforma em conhecimento efetivo gerador de ações.

O educador é co-autor de toda a trajetória do aluno. A partir das colocações do professor, de seu modo de ver o mundo, de suas observações e interferências, o aluno consegue descobrir um novo modo de olhar para sua própria realidade. Essa habilidade, a de conseguir colaborar com o desenvolvimento do aluno de modo a fazê-lo consciente do seu papel na sociedade, deve estar coerente com uma postura ideológica transformadora. Se não há coerência, não podemos garantir uma aprendizagem significativa e, portanto contribuir para a aquisição da autonomia.

Einstein foi um dos maiores homens da ciência de todos os tempos. Ele tirava sua sabedoria da observação de fatos e acontecimentos da Natureza. Há muita Matemática na Natureza. Saber senti-la é um prazer a que todos deveriam ser apresentados.

Metodologia da pesquisa

A pesquisa de mestrado que está em andamento sob o título: "A Matemática e sua relação com a construção de significados" é qualitativa a qual damos a especificidade de intervenção. A hipótese será verificada a partir da intervenção que fizemos em um curso de formação continuada destinado a professores do Ensino Fundamental de 1ª a 4ª séries da rede Municipal de Ensino de Itatiba, no primeiro semestre de 2002. O curso contou com três turmas, onde cada uma teve 60 h/aula.

As atividades desenvolvidas tiveram por objetivos trabalhar os nexos conceituais do número, operações, fração, pensamento algébrico e geometria (onde se incluiu uma apresentação da linguagem computacional LOGO).

Para que seja possível fazer uma análise mais profunda das elaborações do professor, pediu-se que cada um mantivesse durante o curso um registro sobre suas impressões no decorrer das aulas. A forma de Diário foi escolhida por proporcionar ao pesquisador participar das sensações, emoções, dúvidas, inquietações, etc, vividas pelo professor/aluno. É também uma forma de participar das elaborações conceituais que fluem no decorrer do curso.

Nesse momento, a pesquisadora está organizando o referencial teórico bem como estruturando a segunda fase da pesquisa.

Bibliografia citada

OLIVEIRA, M. K. Vygotsky – Aprendizagem e desenvolvimento, um processo sócio- histórico. São Paulo, Scipione, 1993.

PERRENOUD, P. Pedagogia diferenciada – Das intenções às ações. Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.

SAMPAIO, R. M. W. FREINET – Evolução histórica e atualidades. São Paulo, Scipione, 1989.

Bibliografia consultada

Livros:

CARAÇA, B.J. – Conceitos fundamentais da Matemática. Portugal – Gradiva, 1998.

CARRAHER, T. Na vida dez, na escola zero. São Paulo, Cortez, 1993.

D'AMBROSIO, U. Etnomatemática. São Paulo, Ática, 1993.

DAVYDOV, V. V. Tipos de generalización en la enseñanza Habana, Editorial Pueblo y Educación, 1982.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia – Saberes necessários à prática educativa. São Paulo, Paz e Terra, 2000.

FREINET, C. A educação do trabalho. São Paulo, Martins Fontes, 1998.

_____. Pedagogia do bom senso. São Paulo, Martins Fontes, 1991.

FREINET, E. Nascimento de uma pedagogia popular – Os métodos Freinet. Lisboa, Estampa, 1978.

_____. O itinerário de Célestin Freinet – A livre expressão na Pedagogia Freinet. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1979.

LIMA, L. C. (1998) Da mecânica do pensamento ao pensamento emancipado da mecânica. In Programa Integrar: Trabalho e Tecnologia. CUT. Lisboa, 1970.

MARTINS, M.L. A lição de Samaúma – Formação de professores da floresta. Rio Branco, Poranga Comunicações e Editoração, 1994.

MOURA, M. O. O Controle da Variação de Quantidades. Atividades de Ensino. SP, USP/FE, 1996.

PETRAGLIA, I. C. Edgard Morin – A educação e a complexidade do ser e do saber. Petrópolis, RJ, Vozes, 2000.

PORQUET, M. A Matemática natural no ensino infantil. Lisboa, Estampa, 1978.

SAMPAIO, R. M. W. FREINET – Evolução histórica e atualidades. São Paulo, Scipione, 1989.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. São Paulo, Martins Fontes, 1991.

Publicações:

1. Revista PRÓ-POSIÇÕES, Faculdade de Educação / Unicamp, São Paulo, Cortez, vol. 4, no. 1 (10), Março, 1993.

2. Tateios e Reflexões Pedagógicas, publicação da Escola Curumim, cadernos 1 a 8, 1999/2000.

3. FASHEH, Munir. Matemática, Cultura e Poder, in ZETETIKÉ, Faculdade de Educação / Unicamp, Círculo de Estudos, Memória e Pesquisa em Matemática, vol. 6, nº. 9, Campinas, SP, Unicamp-FE, 1998.

Transformações Geométricas: Uma Experiência na Formação de Professores Utilizando um Ambiente Informatizado

Esther do Lago Pretti
Orientadora: Profa. Dra. Ana Paula Jahn
PUC/SP

Resumo

Este trabalho insere-se no quadro do ensino e da aprendizagem de Geometria, em particular no que se refere às transformações geométricas planas. Constatando a relevância desse tema nas propostas curriculares atuais e identificando várias problemáticas a ele associadas, investimo-nos num trabalho experimental junto a professores, no sentido de investigar processos de construção cognitiva da noção de transformação e condições didáticas dessa aprendizagem, quando do uso de um ambiente informatizado de geometria dinâmica. Para tanto, elaboramos uma seqüência didática visando introduzir e tratar os diferentes aspectos de uma transformação geométrica, em particular seu caráter funcional. Essa seqüência, composta de seis atividades, foi proposta a 13 duplas de professores, perfazendo um total de oito sessões. Quanto aos resultados, podemos dizer que a seqüência possibilitou um melhor relacionamento dos sujeitos com as figuras geométricas e suas propriedades.

Introdução

Na tradição do ensino de Matemática no Brasil, a Geometria tem sido bastante negligenciada, e muitas vezes, ausente nos currículos de Matemática das escolas. Dentre as causas desta omissão, Perez (1995) aponta a falta de conhecimentos geométricos, por parte dos professores, necessários à realização de suas práticas pedagógicas e também a carência de materiais alternativos para o professor efetivar o ensino da Geometria.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1998) indicam novas direções para o campo da Geometria em todo o Ensino Fundamental. Um aspecto que nos chama a atenção refere-se ao estudo das transformações geométricas em todos os ciclos. Anteriormente aos PCNs programas oficiais, propostas curriculares, documentos subsidiários e livros didáticos já apresentavam transformações geométricas como parte dos conteúdos de Geometria. Entretanto, pesquisas como as de Curi (2000), Mabuchi (2000) e Pavanello (1989), mostram que as práticas escolares ainda não os incorporaram.

Tendo em vista esses aspectos e nossa experiência docente, desenvolvemos um estudo sobre transformações geométricas para professores que, embora em exercício nos ensinos Fundamental e Médio, participavam de uma complementação em formação inicial.

Assim, elaboramos uma seqüência didática a fim de propiciar uma reflexão sobre esse tema junto a esses professores, tanto no que diz respeito ao objeto matemático, quanto em relação a seu ensino e também à utilização de um software como ferramenta.

Relevância e Pertinência do Objeto Transformação Geométrica

Para Bkouche (1991, p. 134), a questão essencial quando se fala de ensino é: o que é que se ensina? Em outras palavras, qual é a significação ou os significados do que se ensina? Trata-se não só de definir conteúdos, mas de situar estes conteúdos, isto é, de explicitar, tanto quanto possível, suas diversas significações: – significações internas ao corpus ensinado, em relação aos conhecimentos escolares ou outros já adquiridos pelos alunos; – significações externas quanto às relações da disciplina ensinada com outros domínios do conhecimento.

Transformações geométricas constituem-se como um dos assuntos da Matemática com grande variedade de aplicações. No contexto escolar, enquanto objeto a ser ensinado, não podemos deixar de considerar que o estudo das transformações geométricas, particularmente das isometrias, pode ser apresentado em diversos contextos:

no campo elementar dos materiais manipulativos (dobraduras, construções com régua e compasso, etc.);

em ambiente informático (operando em linguagens de programação como o Logo ou em ambientes de geometria dinâmica como o Cabri-géomètre, etc.);

na Física, na Química, na Biologia, na Arte, etc.;

ou no campo da Álgebra, quando do estudo das propriedades algébricas que permitem organizar os diferentes grupos e ainda, os diferentes tipos de Geometria.

Refletindo sobre o ensino da geometria, Bkouche apresenta problemáticas por meio das quais transformações geométricas podem ser estudadas:

Da igualdade e do movimento. Esta problemática está relacionada com o princípio euclidiano da igualdade por superposição. Assim, ele se apóia no movimento que permite a superposição. É neste quadro que transformações geométricas podem ser vista como movimentos rígidos. Relacionar deslocamentos com as transformações ressignificam a noção de congruência, pois relacionam as figuras estabelecendo propriedades descritas matematicamente. Esta problemática favorece a passagem problematizada entre a geometria da observação e a geometria da demonstração, estabelecendo também uma ligação entre geometria e mecânica.

Da forma e da semelhança - A semelhança refere-se a uma noção transformacional. As transformações por ex as Homotetias são um meio de produzir figuras semelhantes. É o caso dos triângulos onde a igualdade de ângulos correspondentes implica a proporcionalidade dos lados. Esta problemática relaciona Geometria, Álgebra e Aritmética por meioda proporcionalidade.

Da regularidade - O estudo das figuras regulares constitui uma problemática suficientemente rica para que seja, de início, estudada por ela mesma via figuras simétricas, espelhos, polígonos regulares e mosaicos, poliedros regulares e cristais. A noção de regularidade apóia-se na noção das propriedades invariantes e é uma maneira de abordar transformações geométricas e seu papel na estruturação da geometria.

Da representação de objetos no espaço via transformações deformantes: para Bkouche (1991) transformações que não conservam a forma, são denominadas deformantes. Estas transformações deram origem à noção de transformação geométrica; fazendo surgir o método das transformações e a geometria projetiva associada aos problemas de representação plana de objetos do espaço (por meio dos diversos modos de perspectiva) e aos problemas de

sombras, cujo exemplo clássico é a construção de cônicas do tipo abajur. Esses problemas permitiram determinar como os objetos e suas propriedades transformam-se, e dentre estas propriedades, quais são as que são conservadas, conduzindo assim à importante noção de invariante.

As transformações no contexto do ensino no Brasil

À luz das propostas curriculares do Estado de São Paulo da década de 70 e de 80, dos atuais PCNs e de alguns livros didáticos, analisamos como as Transformações Geométricas têm estado presente no ensino brasileiro. Percebemos a evidência da presença das transformações nos PCN, de forma marcante. E este tema tem sido abordado nos livros didáticos, há muitas décadas, havendo por parte dos autores uma clara intenção de se adaptar aos programas oficiais. O que se percebe é que as abordagens dadas às transformações são bastante diferenciadas e em geral sem fazer conexão com outros temas de Geometria, sendo apresentadas como uma superposição de conhecimentos. Fica, deste modo, a cargo do professor a responsabilidade de tratar as transformações num contexto significativo.

Outro aspecto que procuramos verificar foi se este tema fazia parte dos cursos de formação inicial de professores e constatamos que os atuais cursos já estão incluindo transformações em suas grades curriculares (ver Pretti,2002). A partir de tais estudos, formulamos duas hipóteses de trabalho:

- Para que o objeto transformações geométricas possa fazer parte do conteúdo a ser ensinado, ele deve ser vivenciado e incorporado pelos professores. Neste sentido, deve fazer parte dos conteúdos dos cursos de formação de professores e dos cursos de capacitação;

- Para o professor implementar algumas propostas presentes nos PCN no que diz respeito a novas tecnologias, ele também precisa vivenciar experiências em ambientes informatizados.

Diante de tais hipóteses delimitamos o estudo fixando nosso objetivos:

- Introduzir o objeto matemático "transformação geométrica" para professores, a partir de uma seqüência didática visando tratar diferentes aspectos das transformações geométricas, em particular o seu caráter funcional.

A experimentação deveria focar dois aspectos:

- Cognitivo: Construção da noção de transformação partindo de situações gerais,-com destaque nas questões relativas à dialética global/pontual (Jahn, 1998) e às apreensões intra e interfigurais (Piaget e Garcia, 1983).- Didático: Utilização do ambiente informatizado do Cabri-géomètre, explorando seu aspecto dinâmico e funcional um ambiente informatizado

Pressupostos teóricos

Em linhas gerais, nosso estudo se apóia particularmente em elementos da Teoria das Situações de Brousseau (1986), na distinção entre desenho e figura na Didática da Matemática (Laborde e Capponi, 1994) e em Piaget e Garcia (1983) no que concerne ao desenvolvimento de noções geométricas (etapas inter, intra e transfigural). A etapa intrafigural corresponde à "ausência de transformação", centrando-se nas propriedades de uma figura, em suas relações internas ou sobre relações que resultam da comparação entre as propriedades internas de duas ou mais figuras (igualdade de triângulos, proporcionalidade de lados, etc.). Na etapa interfigural, existe uma transformação que privilegia a posição inicial (figura objeto) e a posição final (figura imagem), ou seja, tem-se a presença simultânea de um objeto e sua transformada. No nível transfigural predominam as estruturas, a transformação age sobre todos os pontos do plano ou do espaço, ela aparece no plano de maneira homogênea

Em termos da análise histórica do desenvolvimento das idéias geométricas de Piaget e Garcia (1983), a Geometria Euclidiana está predominantemente baseada na análise intrafigural dos objetos, enquanto que as transformações geométricas estão, pelo menos no seu aspecto funcional e no sentido considerado por Klein, associadas aos níveis inter e transfigural. Nesse sentido, o estudo das transformações geométricas pode contribuir no desenvolvimento de diferentes apreensões de objetos geométricos, fazendo evoluir concepções relativas a tais objetos, em particular às figuras e ao plano. Essa descrição das diferenças epistemológicas entre Geometria Euclidiana Clássica e Geometria de Transformações é particularmente relevante para nosso estudo.

Metodologia

A metodologia escolhida para a realização deste estudo foi inspirada na Engenharia Didática, termo que se deve a M. Artigue (1990), referente à elaboração de situações de aprendizagem, colocando em destaque as relações entre professor, alunos e objetos de conhecimento, no caso, conhecimento matemático. Foi dada ênfase na seqüência de ensino, limitando-se a uma validação interna.

Elaboramos inicialmente um questionário de identificação do perfil dos professores. Com estes dados fizemos nossas escolhas e elaboramos nossa seqüência didática. Nossa seqüência foi aplicada a 26 professores da rede pública, estudantes do curso de Licenciatura Especial da PUC/SP, ao longo de oito sessões de 90 minutos cada. Os professores trabalharam em duplas (uma por computador). Durante a aplicação deste experimento, houve a participação de um professor aplicador e três observadores: um para o grupo classe e dois para duas duplas pré-selecionadas. Os dados foram coletados através de fichas das atividades, arquivos de figuras ou macros do Cabri, anotações dos observadores e relatórios de registros das discussões coletivas (audio-gravadas em fita cassete e posteriormente transcritas).

A Seqüência

Ao elaborar nossa seqüência fizemos algumas escolhas didáticas. Quanto ao tipo de transformação escolhemos a Simetria Axial (isometria), envolvendo a problemática da igualdade e do movimento e a Simetria Oblíqua: "transformação X" (não isométrica), usando a

problemática das transformações deformantes. Quanto à ferramenta de representação escolhemos o software Cabri-géomètre (Laborde e Capponi, 1994)

Discussão dos Resultados e Conclusões das Atividades

Optamos por conceber e desenvolver as atividades desta seqüência em ambiente informatizado, no caso o de geometria dinâmica Cabri-géomètre, dadas suas especificidades e funcionalidades que nos pareceram especialmente adequadas para atingir os objetivos acima citados. A relação funcional foi sendo estabelecida pelos professores nas interações com o software – macro construções simulando uma transformação e fornecendo a imagem de pontos, dependência entre objetos observados por meio do Cabri-deslocamento, o uso da ferramenta "Rasto" – e manifestou-se em afirmações do tipo: se um ponto P pertence a uma figura sua imagem P', por uma transformação pertence à imagem da figura, ou ainda: cada ponto da figura inicial corresponde a um ponto da figura imagem. No transcorrer das seis atividades experimentais, vieram à tona elementos que revelam o funcionamento de conhecimentos de diferentes níveis. Desta forma observamos:

- Coabitação dos aspectos intra e inter figurais, prevalecendo o intra. A atividade 2 provocou satisfatoriamente uma análise intra→interfigural na medida em que as observações de propriedades do quadrilátero ("pipa") serviram, para caracterizar a construção de um ponto simétrico em relação a uma reta, atribuindo a esta um papel importante.

- Elementos de compreensão da relação funcional e idéia de variação dinâmica: por exemplo, quando interpretações dinâmicas dos sujeitos resultam na afirmação de que cada ponto da figura inicial corresponde a um ponto da figura imagem e quando o ponto descreve uma figura sua imagem descreve a figura-imagem.

- Domínio de validade dos teoremas de conservação – localmente. Isto se evidenciou ao fazer a previsão da imagem de uma circunferência pela transformação X, todos partem do teorema: "a imagem de uma circunferência é uma circunferência", válido para a simetria ortogonal vista anteriormente. Na seqüência invalidam tal teorema para a referida transformação respondendo que a imagem da circunferência é uma elipse (ou uma "figura oval", D4).

- A necessidade de renegociação de regras do contrato didático vigente em Geometria.

- Avanços importantes no que se refere a mudanças nas características das relações desses professores com os conceitos geométricos tratados, dada a influência do ambiente informatizado e do tipo de situação.

- O ambiente Cabri favoreceu na construção de um vocabulário adequado e de uma linguagem mais precisa. Além das mensagens de texto, uma das possibilidades que este ambiente oferece é o "histórico" da construção (ou "rever a construção"), onde a construção é refeita e cada etapa ou passo da mesma é descrito, o que foi freqüentemente usado e observado pelos sujeitos. Isto provocou melhora na explicitação das propriedades pelos sujeitos tanto nos diálogos das interações quanto nas produções escritas nas diferentes fases de formulação.

- Houve preocupação com construções "robustas", usando propriedades geométricas das figuras, o que foi favorecido pela interação entre visual e geométrico no ambiente Cabri - géomètre II.

Bibliografia

ARTIGUE, Michèle. Ingénierie Didactique. In *Recherche en Didactiques des Mathemétiques* RDM, vol. 9, nº3, pp. 281-307. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1990.BKOUCHE, Rudolf. De la Géométrie et des Transformations. In *Repères*. IREM, nº4, pp. 134-158. Pont-à-Mousson: Topiques Editions, 1991.

BOYER, Carl B. *História da Matemática*. Tradução: Elza Gomide. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

BRASIL, Ministério da Educação e do *Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: SEF, 1997.

BROUSSEAU, Guy. Le Contrat Didactique: le milieu. In *Recherche en Didactiques des Mathemétiques* RDM, vol. 9, nº 3, pp. 309-336. Grenoble: La Pensée Sauvage Editions, 1989.

CURI, Edda. *Formação do professor de Matemática: Realidade presente e perspectivas futuras*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2000.

DOUADY, R. *Jeux de cadres et dialectique outil-objet dans l'enseignement des mathématiques*. Tese de Doutorado, Universidade Paris VII, 1993.

DUVAL, R. Registre de représentation sémiotique et foncionnement cognitif dela pensée. In *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, vol. 5, pp. 37-65, IREM de Strasbourg, 1993.

HEALY, L. (S.) *Iterative Design and Comparison of Learning Systems for Reflection in Two Dimensions*. Tese de Doutorado. University of London, Institute of Education, 2002.

JAHN, Ana Paula. *Des Transforrmations des figures aux Transformations Pontuales: étude d'une sequence d'enseignement avec Cabri-géomètre*. Tese de Doutorado, Université Joseph Fourier,. Grenoble: IMAG-Leibniz, 1998.

LABORDE, Colette e CAPPONI, Bernard. Cabri – Géomètre Constituant d'un Millieu pour L'Apprendissage De La Notion De Figure Géomètrique. In *Recherche en Didactiques des Mathemétiques* RDM, vol.14, nº 1.2, pp. 43-66. Grenoble. La Pensée Sauvage Editions, 1994.

MABUCHI, Setsuko Takara. *Transformações geométricas: a trajetória de um conteúdo ainda não incorporado às práticas escolares nem à formação de professores*. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2000.

PAVANELLO, Regina Maria. *O Abandono do Ensino de Geometria no Brasil: Uma Visão Histórica*. Dissertação de Mestrado, UNICAMP, 1989.

PEREZ, Geraldo. *A Realidade sobre o Ensino da Geometria no 1º e 2º Graus, no Estado de São Paulo*. In *Educação Matemática em Revista*, Sociedade Brasileira de Educação Matemática, nº 4, pp. 54-62. São Paulo: SBEM, 1995.

PIAGET, Jean e GARCIA, Roland. *Psychogenèse et Histoire des Sciences*. Paris: Flammarion, 1983.

Educação Conceitual, Resolução De Problemas E Jogos Computacionais

Mestranda: Fabiana Fiorezi de Marco
Orientadora: Profª Drª Anna Regina Lanner de Moura
Co-Orientadora: Profª. Drª. Rosana Giaretta Sguerra Miskulin
Faculdade de Educação - UNICAMP/SP

Este projeto de pesquisa tem como objetivo estudar os processos de resolução de problemas mediante a construção de um jogo na versão computacional por alunos de 6ª série (11-12 anos) do Ensino Fundamental de uma escola particular da cidade de Campinas – SP, em situações de aprendizagem de Matemática, tendo como fundamentação teórica Vygotsky, Kopnin, Lima, Moisés, Elkonin, Corbalán, Lévy, entre outros.

Com a inserção da Informática nos mais diversos campos do conhecimento - inclusive na Educação – e a crescente utilização de robôs nas situações de produção, torna-se cada vez mais desnecessárias as ações mecânicas, exigindo-se dos alunos uma nova postura na maneira de gerar, conceber e trabalhar com situações de incertezas e problemas, requerendo destes ainda, novas estratégias e processos cognitivos de solucionar um desafio/problema. Desse modo, a Educação Matemática, libera-se da pedagogia do treinamento e volta-se para a formação do homem enquanto ser pensante e criador (Moisés, 1999).

Em jogos computacionais ou de computador todos já ouvimos falar! Quantos adolescentes e adultos já passaram horas se divertindo ou procurando aliviar suas tensões do dia-a-dia com algum tipo de jogo computacional ou manipulativo? No entanto, características como implementação, importância e exploração pedagógica e tecnológica nem sempre são consideradas pelos educadores e pelos programadores de softwares.

Em nossas incursões na bibliografia percebemos que em relação ao contexto escolar, embora muitas experiências emergem, poucas pesquisas têm sido feitas a respeito deste assunto. Diante desta situação é que surge o interesse de iniciarmos um trabalho de criação de jogos computacionais, com alunos de 6ª série do Ensino Fundamental, nos quais conceitos matemáticos – já conhecidos ou ainda a serem construídos – e o conceito de resolução de problemas possam ser explorados e (re)formulados de forma lúdica e interativa (Elkonin, 1998).

> Diante do exposto, nossa questão de pesquisa se traduz no seguinte problema: **Que relações/pensamentos se processam entre os procedimentos de resolução de problemas e a criação de jogos computacionais em situações matemáticas?**

Abordamos nesta pesquisa resolução de problemas de uma maneira abrangente, não a restringindo a uma definição específica, mas uma situação desafiante que requer interatividade do indivíduo desde o encontro/formulação do problema até a elaboração de estratégias próprias de resolução do mesmo, constituindo-se em um processo de criação. Assim, a utilização de computadores no ensino de Matemática pode auxiliar o indivíduo em suas criações, ficando livre para o processo criativo, podendo rever seus processos de criação e ficando à cargo da máquina o trabalho de execução.

Sobre resolução de problemas, Saviani (1986), pontua que

> *"A essência do problema é a **necessidade**. (...) Assim, uma questão, em si, não caracteriza o problema, nem mesmo aquela cuja resposta é desconhecida; mas uma questão cuja resposta **se desconhece e se necessita conhecer**, eis aí um problema. Algo que eu não sei não é problema; mas quando eu ignoro alguma coisa que eu preciso saber, eis–me, então, diante de um problema"* (p.21) (grifo nosso).

Assim, dentre as várias concepções de ensino e aprendizagem, temos nos familiarizado com a Educação Conceitual, a qual é entendida como uma pedagogia que incorpora a dinâmica de criação e desenvolvimento histórico do conceito que envolve a mobilização de energias mentais – do consciente e do inconsciente - para a geração de uma nova idéia. Ou seja, é baseada no *"processo histórico de criação conceitual como indicação fundamental para a sala de aula"* (Lima, 1998, p.99), privilegiando-se o desenvolvimento do conceito como processo de aprendizagem.

Em relação ao aluno, Lima (1998) acrescenta que *"o educando aprenderá a pensar criando conceitos num movimento semelhante ao do desenvolvimento histórico do conceito"* (p.100). Para este autor, a história é entendida em seu *"significado fundamental do homem criando a si próprio através do desenvolvimento de sua racionalidade conceitual"* (p.100).

Nesse sentido, encontramos cinco pontos considerados fundamentais por essa sub-linha de pesquisa e que se encaixam aos momentos enfrentados pelos sujeitos participantes desta pesquisa durante a criação de seus jogos computacionais, que se darão na seguinte dinâmica:

1. Desconhecimento

Diante da proposta de elaborar um jogo computacional, surge um campo de desconhecimento: Qual jogo? Que conceitos matemáticos envolver? Qual software usar? Podemos chamar, do ponto de vista de resolução de problemas abordado por Moisés (1999), de situação **emblemática**, pois é um momento

> *"marcado pela desarticulação das idéias e pela forma difusa e fragmentada em que estas se encontram. Podemos dizer que se trata de um momento que ainda se caracteriza como **emblemático**, termo empregado por LIMA (1992) para designar a fase em que as tensões, embora atuantes, não passaram por um processo de elaboração, constituindo–se simplesmente como uma situação desafiadora, desconhecida, mas que, por ser marcada pela grande carga de irracionalidade, não se situa ainda como uma situação problemática"* (p.124).

Para Moisés, essa fase é *"aquela em que se tem ainda uma compreensão difusa da presença do inesperado"* (p. 124) e a construção do jogo se constitui um **inesperado** no qual os acontecimentos vindouros pouco ou nada são previstos, um momento muito confuso, sem controle racional, onde as ações ocorrem por impulsos e este inesperado surge no recorte de um isolado que, para Caraça (2000), tal recorte constitui-se devido à impossibilidade de abranger, de uma única vez a totalidade de um conjunto. Desse modo, são feitos recortes que abstraem seres ou fatos relacionados nessa totalidade.

Aos poucos, mediante reflexões e discussões, o sujeito vai formulando uma pergunta referente ao inesperado e ao formulá-la, a situação se torna compreensível e o emblema é transformado em um problema. Entretanto, neste movimento de elaboração de uma pergunta

referente ao inesperado, de passagem do emblema ao problema, o autor denomina este momento de **dilema**.

2. Auto-localização

Nesse momento, com a mediação do professor, o sujeito se propõe a buscar procedimentos para a identificação e compreensão dos elementos do emblema, mediante a exploração de jogos manipuláveis e computacionais, nos quais o professor orienta na observação do processo micro de resolução dos problemas. Desse modo, o sujeito inicia um movimento de reconhecimento do software e da linguagem computacional a serem utilizados para elaborar um jogo virtual. Para Moisés (1999), este é um momento de **dilema**, no qual

> *"a problematização surge, então, quando, das idéias antes postas de forma desorganizada, constrói-se um quadro de relações **dilemáticas**, isto é, idéias cujo conteúdo se dê segundo relações de correspondências simétricas, que dirão respeito a uma ação no sentido da conservação do estado problemático ou de sua superação"* (p.124).

O autor acrescenta ainda que o *"**dilema** é a apreensão dos elementos em contradição: é o momento da **problematização** – da elaboração conceitual e consciente do problema"* (p.125) e que a pedagogia que entendemos deveria superar a oposição entre o saber-pensar e o saber-fazer, este comumente focalizado na memorização de procedimentos de resolver problemas. Além disso,

> *"configuração desse quadro permite, então, a criação de um plano e de uma ação a ele correspondente, que toma por conteúdo a negação recíproca dos elementos antes colocados em luta. Aqui dá-se uma negação dialética em que o novo é construído, conservando e enriquecendo o que do velho era positivo, o momento de conflito é então superado. Nos referimos a esse momento como **espaço da resolução do problema**"* (Moisés, 1999, p.125).

Mediante estas considerações, podemos perceber que os momentos emblema e dilema constituem um momento de fertilidade do pensamento, onde idéias emergem de uma forma desorganizada e até mesmo conflituosa, difusa e fragmentada que necessitam de elaboração, o que vai culminar na formulação de uma pergunta que objetiva o entendimento do inesperado. Ao ser formulada esta pergunta, o indivíduo consegue compreender a situação antes inesperada. Em nossa pesquisa, abordaremos emblema e dilema em um único momento, o qual chamaremos de dilema como sugere Caraça (2000).

Com essas reflexões, consideramos que a Educação Conceitual amplia a visão de resolução de problemas sugerida por Polya (1978), em seu livro *"A arte de resolver problemas"*, segundo a qual, são quatro as fases para esta resolução: compreensão do problema, elaboração de um plano de ação, execução do plano e retrospecto ou verificação dos resultados obtidos na ação, mas amplia acrescentando um momento anterior à compreensão

do problema: o momento do **inesperado**, o qual é anterior à compreensão do problema. É um momento onde o problema é do indivíduo, ou seja, o indivíduo está no problema. Com a inclusão deste momento, o problema passa a ter uma conotação de envolvimento subjetivo do sujeito com a definição conceitual do mesmo.

3. Tensão criativa

Durante o processo de tensão criativa, os sujeitos encontrarão dificuldades que precisarão ser vencidas para continuarem a construção do jogo. Nesse momento o problema não encontra-se algoritmizado, mas sim em um movimento de emblema, dilema e problema, necessitando que os sujeitos identifiquem as variáveis envolvidas, havendo um processo constante de avanços e retrocessos, reelaboração do problema até o estabelecimento de sua solução. Em suma, é um momento de organizar, escrever o que o indivíduo considera ser a solução, constituindo um trabalho construtivo e criativo.

4. Reordenação lógica do conceito

Momento de reorganizar as idéias e rever os caminhos, as opções de desfecho a serem seguidas pelo jogo, ou seja, envolve o saber fazer e saber pensar. Também este momento pode ser mediado pelo professor. Nesse sentido, em nossa pesquisa, estaremos devolvendo aos alunos, episódios transcritos, de suas falas, ao resolver um dos problemas dos jogos para que possam refletir sobre os procedimentos que adotaram e projetar melhoria no sentido de otimizar estratégias.

5. Construção / (Re)criação do conceito

Durante todo o processo de criação de jogos computacionais pelos sujeitos, ou seja, durante a realização dos itens anteriores, esperamos que conceitos matemáticos possam ser explorados pelos sujeitos construtores dos jogos, tanto conceitos novos como a reformulação do conceito de resolução de problemas.

Diante destes cinco pontos fundamentais considerados pela Educação Conceitual, os quais não se apresentam em forma de etapas, mas sim em um único movimento, acreditamos que o pensamento está em constante diálogo com o conhecimento lógico / criativo / imaginativo / social / cultural / afetivo, estando esta concepção de aprendizagem em sentido oposto a uma pedagogia que incorpora os mecanismos da repetição das formas abstratas dos conceitos científicos, gerando pensamentos e conhecimentos fragmentados do conceito. Podemos dizer que esta pedagogia contribui para a determinação do saber fazer operacional do conceito em detrimento do saber pensar conceitual, o que implica a contra-aprendizagem matemática.

Com a transformação tecnológica, essa pedagogia deve ser superada, pois, a sua metodologia leva a um aprendizado mecânico do conceito, marcado pela automação. Porém, ainda não foi superada na prática de sala de aula e segue, geralmente, quatro pontos: mostrar o conceito, demonstrar seu funcionamento, treiná-lo e avaliá-lo. Nessas etapas, respectivamente, o professor expõe o conteúdo e acredita que o aluno deve "absorver" o que foi exposto, "passa vários exemplos" e, em seguida, espera que os alunos reproduzam o que

foi "passado", o aluno realiza inúmeros exercícios, praticamente iguais, e como final, o professor aplica a prova, acreditando que o aluno irá devolver o que foi "passado" em aula.

Diante da perspectiva de resolução de problemas sob o enfoque da Educação Conceitual, podemos delinear resultados do trabalho que temos desenvolvido neste projeto, pois no momento, iniciamos a **terceira fase** da pesquisa, que tem como objetivo, a construção/criação de jogos computacionais por grupos de quatro alunos de uma 6ª série do Ensino Fundamental, a partir dos elementos retirados da fase anterior que consistia em analisarmos, selecionarmos, descrevermos, implementarmos e explorarmos pedagogicamente em aulas de Matemática, ambientes computacionais baseados em jogos e jogos manipulativos - ambos presenciais – com o objetivo de que os alunos participantes da pesquisa possam retirar elementos significativos para comporem seus próprios jogos computacionais no software "The Games Factory" – Fábrica de Jogos. Nesta terceira fase, após os alunos se familiarizarem com o software, cada grupo fará um projeto do jogo a ser construído, colocando as intenções do que fazer, bem como objetivos. Evidenciamos nesta fase, o aspecto de enredo discutido por Battaiola (2001), que entende que uma vez definido o tema e os objetivos, o criador do jogo deverá lançar mão de sua criatividade e de pesquisas sobre o assunto que deseja trabalhar.

Dentre os vários jogos computacionais e manipulativos que exploramos, selecionamos o jogo manipulativo Matix (figura 1), para apresentar neste artigo. Este jogo foi criado na Alemanha e nele podemos explorar o cálculo mental, a antecipação e previsão de jogadas, raciocínio lógico-matemático e operações com números inteiros. É um jogo de estratégia que possibilita ao jogador planejar "armadilhas" para seu adversário, prevendo suas próximas jogadas e impedindo-o de ganhar o jogo, além de planejar suas próprias jogadas.

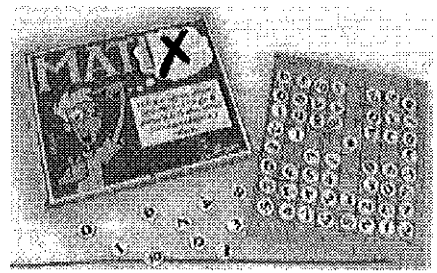


Figura 1 – Jogo Matix

O jogo Matix compõe-se por um tabuleiro quadriculado (8 x 8), 64 peças numeradas, sendo cinco peças com valor 0; cinco peças com valor 1; cinco peças com valor 2; cinco peças com valor 3; cinco peças com valor 4; cinco peças com valor 5; seis peças com valor 6; três peças com valor 7; três peças com valor 8; três peças com valor 10; uma peça com valor 15; três peças com valor – 1 (menos 1); três peças com valor – 2 (menos 2); três peças com valor – 3 (menos 3); três peças com valor – 4 (menos 4); três peças com valor – 5 (menos 5); duas peças com valor – 10 (menos 10) e 1 estrela. O objetivo desse jogo é retirar as peças uma a uma do tabuleiro a fim de, somando-se as peças positivas e negativas, conseguir o maior número de pontos.

Segundo Corbalán (1994), jogos como este auxiliam o desenvolvimento de procedimentos típicos de resolução de problemas ou formas habituais de pensamento matemático, auxiliando no processo de generalização matemática, promovendo o desenvolvimento do raciocínio dos alunos, exercitando e estimulando um pensar com lógica e critério, interpretando informações, buscando soluções, levantando hipóteses e coordenando diferentes pontos de vista (Petty, 1995).

Além de os jogos de estratégias serem de grande importância como recurso didático, segundo o PCN de Matemática, eles partem

> *"da realização de exemplos práticos (e não da repetição de modelos de procedimentos criados por outros) que levam ao desenvolvimento de habilidades específicas para a resolução de problemas e os modos típicos do pensamento matemático"* (MEC, 1998, p.47).

> *"O jogo propicia o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas na medida em que possibilita a investigação, ou seja, a exploração do conceito através da estrutura matemática subjacente ao jogo e que pode ser vivenciada, pelo aluno, quando ele joga, elaborando estratégias e testando-as a fim de vencer o jogo"* (Grando, 2000, p.39).

Percebemos que no decorrer da partida e com a mediação da pesquisadora, os alunos passaram a envolverem-se em um movimento de **previsão** e **antecipação** de jogadas que, parafraseando Macedo (1997), antecipar significa "retirar mentalmente" peças do tabuleiro para decidir qual a melhor peça a ser retirada e garantir um maior número de pontos, sem propiciar boa jogada ao adversário, ou seja, sem facilitar para que este consiga o maior número de pontos, além de possibilitar o levantamento de hipóteses, a correção de "jogadas erradas" e a previsão de como o jogo retornaria para eles.

Além disso, na exploração deste jogo pelos alunos foi grande a interação e a cooperação ocorrida entre as duplas de jogadores, pois no processo de discussão para encontrar a melhor peça a ser retirada do tabuleiro, a criança ouvia o parceiro e expunha também sua opinião, havendo assim, uma negociação para a escolher da melhor sua hipótese, identificando diferentes perspectivas, diferentes caminhos a serem seguidos, coordenando diferentes pontos de vista e justificando as escolhas realizadas, além de também analisarem as jogadas da dupla adversária. Uma constatação desse fato é a fala de um aluno: *"Minha jogada não depende só de mim e da minha dupla, depende do que eles vão mexer também"* (Sil. - 6ª série - 2002).

Na análise dos episódios identificamos, os momentos de auto-localização e de tensão criativa, onde respectivamente, o sujeito propõe-se a buscar procedimentos para a identificação e compreensão dos elementos do jogo, mediante sua exploração e orientação do professor, na observação do processo micro de resolução dos problemas e, um processo de criação no qual encontram situações nas quais precisam organizar seus pensamentos, analisar e prever jogadas para continuarem o jogo e atingirem sua otimização, ou seja, encontrar a melhor estratégia para ganhar o jogo.

Como estes sujeitos, até a data da exploração deste jogo (07/05/2002), não haviam trabalhado com a idéia e o conceito de números inteiros, o jogo Matix foi utilizado como pré-

instrucional que segundo Corbalán (1994), são jogos disparadores de conceitos. Em outras palavras, são jogos utilizados anteriormente a aquisição e formalização de conceitos matemáticos. No entanto, o Matix pode ser usado também como co-instrucional - introduzidos à medida que um conceito novo vai sendo discutido, favorecendo sua compreensão – e, como pós-instrucional - utilizados para reforçar, relembrar ou aprofundar conceitos já trabalhados. Evidenciamos que este jogo foi apenas um desencadeador do trabalho com números inteiros e não o responsável pelo trabalho com o desenvolvimento do conceito de números inteiros.

Mediante estas considerações, podemos concluir que os alunos participantes desta pesquisa buscaram relacionar estratégias de outros jogos, anteriormente realizados, com este, buscaram fazer previsões e antecipações de jogo, levantaram hipóteses e justificaram suas jogadas, além de analisarem jogadas do adversário, criarem e analisarem possibilidades distintas de jogadas para conseguirem "armar armadilhas" para o adversário. Além disso, a cooperação esteve sempre presente, tanto no jogo manipulativo quanto no jogo computacional, para que, juntos, decidissem as melhores jogadas.

Acreditamos que a previsão, a antecipação, a elaboração de estratégias diversas e a análise das possíveis jogadas propiciadas pela mediação realizada pela pesquisadora durante a exploração de outros jogos utilizados durante este estudo, vêem auxiliando esses alunos no trabalho de resolução de problemas em sala de aula, pois eles têm procurado elaborar, criar e testar as hipóteses encontradas e constatar sua veracidade ou não, de uma forma lúdica e interativa.

Bibiliografia

BATTAIOLA, A. L. Jogos por computador. In: Escola Regional de Informática – São Paulo, VI, São Carlos, abril, 2001. Anais... São Carlos: ICMC/USP, 2001, pp. 25-47.

CARAÇA, B. J. Conceitos fundamentais da matemática, Lisboa: Gradiva, 2000.

CORBALÁN, F. Juegos matemáticos para secundaria y bachillerato. Madrid: Sintesis, 1994.

ELKONIN, D. B. Psicologia do jogo. Tradução Álvaro Cabral. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

GRANDO, R. C. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. Campinas, SP. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, UNICAMP, 2000.

KOPNIN, P. V. A dialética como lógica e teoria do conhecimento. Coleção Perspectivas do Homem, v. 123. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1978.

LIMA, L.C. Da mecânica do pensamento ao pensamento emancipado da mecânica. In caderno do professor "Trabalho e Tecnologia", Programa Integrar - CUT, 1998, São Paulo-SP.

LIMA, L.C. & MOISÉS, R. P. A fração: repartindo o universo. São Paulo: CEVEC - CIARTE, 1998b.

MACEDO, L., PETTY, A. L. S., PASSOS, N. C. 4 cores, senha e dominó: oficinas de jogos em uma perspectiva construtivista e psicopedagógica. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1997.

MOISÉS, R. P. A resolução de problemas na perspectiva histórico/lógica: o problema em movimento. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, USP, São Paulo, SP, 1999.

PETTY, A. L. S. Ensaio sobre o valor pedagógico dos jogos de regras: uma perspectiva construtivista. São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado. Instituto de Psicologia, USP, 1995.

POLYA, G. A arte de resolver problemas. Rio de Janeiro: Interciência. 1978.

SAVIANI, D. Educação: do senso comum à consciência filosófica. São Paulo: Cortez. 1986.

SMOLE, K. S. & DINIZ, M. I. (orgs.). Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

CBL E CaLCULADORA GRÁFICA: NOVOS instrumentos integrando o ensino de MATEMÁTICA e Física.

Fernanda Cesar Bonafini
Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba
UNESP - Rio Claro

I - Introdução

Este artigo representa uma parte inicial de minha pesquisa de mestrado, na qual tenho como objetivo principal analisar *como estudantes de um curso de Física podem trabalhar conceitos matemáticos e físicos ao utilizarem o CBL (Calculator Based Laboratory) e a Calculadora Gráfica em atividades de experimentação.*

Entendo por experimentação "uma prática onde problemas abertos são propostos pelo professor e onde há uma exploração em grupo de temas relacionados com a matemática" (BORBA, 1999, p.26). O objetivo geral dessas atividades de experimentação é encontrar o melhor ajuste de funções para dados experimentais, modelando o fenômeno, validando a teoria e interpretando os valores dos parâmetros dessas funções.

Para que isso ocorra, será necessário que o aluno combine conhecimento de diferentes tipos de funções com conhecimento sobre experimentos físicos. As atividades de experimentação poderão facilitar a interdisciplinaridade, integrando a Matemática à Física, pois ao experimentar, os alunos poderão verificar as aplicações da Matemática na prática para um dado conceito desenvolvido.

A pesquisa será desenvolvida numa perspectiva qualitativa, pois como GOLDENBERG (2000) afirma nesta abordagem "a preocupação do pesquisador não é com a representatividade numérica do grupo pesquisado, mas com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, de uma trajetória etc" (p. 14). Sabendo que a abordagem qualitativa em uma pesquisa também "consiste em descrições detalhadas de situações com o objetivo de compreender os indivíduos em seus próprios termos" (GOLDENBERG, 2000, p. 53), acredito ser esta a metodologia mais indicada para esta investigação.

Procurarei na pesquisa de mestrado utilizar o CBL e a calculadora gráfica em experimentos de ensino, de modo a realizar atividades de experimentação envolvendo conteúdos de Física, como por exemplo a Lei de Resfriamento de Newton, onde os estudantes verificam o comportamento do resfriamento de substâncias. Neste exemplo, será possível trabalhar com coleta de dados, modelos matemáticos, funções exponenciais, entre outras.

Neste artigo apresentarei primeiramente o que são esses novos instrumentos, mostrando quais são suas possibilidades seguido de uma revisão parcial de literatura, visto que meu projeto de pesquisa está em fase de elaboração.

II - Calculadoras Gráficas, CBR e CBL

As calculadoras de quatro operações já são utilizadas à cerca de trinta anos no ensino e desde então, têm-se tornado cada vez mais sofisticadas. Sua evolução deu-se a partir de calculadoras elementares que permitiam ao usuário fazer cálculos aritméticos simples. Após isso, surgiram as calculadoras científicas; estas já permitiam realizar operações antes trabalhosas como, por exemplo, os logaritmos.

No decorrer dos anos 80, a capacidade de representação gráfica foi incorporada em pequenas calculadoras portáteis, atribuindo-lhe o nome de calculadora gráfica (Fig. 01). Essas são superiores às calculadoras científicas, pois possuem além de inúmeras funções adicionais (como por exemplo, as funções estatísticas) a propriedade de confeccionar diversos tipos de gráficos a partir de funções ou tabela de dados, ambos inseridos pelo aluno.

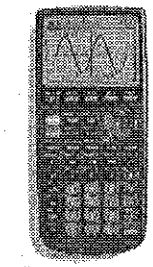


Fig. 01: Calculadora Gráfica.

A calculadora gráfica é um instrumento portátil que pode dar ao aluno a possibilidade de recolher, trabalhar e trocar dados com professores e colegas dentro e fora da sala de aula, não só nas atividades de Matemática, mas também em aulas de Física, Química, Biologia e disciplinas afins de cada currículo.

O CBR (Calculator Based Ranger) é um detector sônico sendo, geralmente, utilizado para estudo das leis de movimento (medição de distância) e suas análises posteriores como velocidade e a aceleração. Com o CBR é possível fazer a coleta de dados e visualizá-la através de uma calculadora gráfica conectada a ele, designando assim, um sistema CBR.

O **CBL** (Calculator Based Laboratory - Fig. 02) é também um dispositivo utilizado para coleta de dados. É um aparelho portátil, produzido pela Texas Instruments que funciona com pilhas, sendo assim um instrumento autônomo na coleta de dados (medição de grandezas).

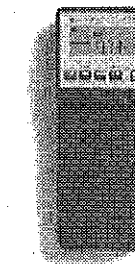


Fig. 02: CBL

Possuindo dimensões compactas ele pode ser usado em atividades de Matemática e Ciências, de um modo geral. Esse dispositivo pode ser conectado à vários sensores (ponta de prova) fabricados pela Vernier, dentre eles: detector de movimento, tensão, luz, pH, pressão, condutividade, temperatura, força, batimentos cardíacos e muitos outros, possibilitando que a sala de aula se transforme em um laboratório.

É importante elucidar que somente os sensores acima, não são capazes de efetivar um experimento, sendo necessário que eles estejam conectados ao CBL (Calculator Based Laboratory). Para a visualização e armazenamento dos dados coletados poderemos utilizar um microcomputador, o que caracteriza um sistema MBL (Microcomputer Based Laboratory) ou uma calculadora gráfica, caracterizando um sistema CBL.

O sistema composto de calculadora gráfica e CBL será chamado somente de sistema CBL (Fig. 03) e, por sua vez, o sistema composto de microcomputador e CBL será chamado de sistema MBL. Em ambos os casos, o aparelho CBL faz a coleta de dados que pode ser visualizada na calculadora ou no microcomputador, respectivamente.

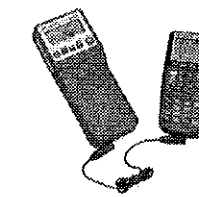


Fig. 03: Sistema CBL.

As atividades de experimentação envolvendo conteúdos como atrito cinético e estático, Impulso e momento, velocidade do som, energia elétrica entre outros podem ser feitas com o sistema MBL ou com o sistema CBL. Um ponto importante do sistema MBL em relação ao sistema CBL é a melhor resolução da tela gráfica do computador para a análise dos dados. Em contrapartida, destaco o sistema CBL como favorável se for levada em conta a sua portabilidade, além do baixo custo quando comparado ao uso do microcomputador para a visualização dos dados coletados.

Na próxima seção, apresento uma revisão parcial de literatura.

III – Pesquisas utilizando esses instrumentos

O uso de tecnologia portátil, como as calculadoras gráficas, vem sendo objeto de estudo de vários pesquisadores. Dentre eles destaco as pesquisas de SOUZA (1996), BORBA (1995), SOUZA e BORBA (1996,1998) que propõem o uso de calculadoras gráficas como instrumento pedagógico envolvendo o estudo de funções e de funções quadráticas. Os autores afirmam que a calculadora gráfica, quando utilizada como instrumento pedagógico, permite que os alunos durante a construção dos gráficos, re-avaliem constantemente suas hipóteses e conjecturas possibilitando assim, um método empírico de aprender matemática.

Em seus trabalhos SESTOKAS-FILHO e BONAFINI (2000, 2001 e 2002), destacam o uso de calculadoras gráficas em atividades de sala de aula. Os autores aconselham que, nessas atividades, de 15 a 20 minutos de duração, os alunos trabalhem em pequenos grupos enquanto o professor percorre a sala de aula auxiliando-os. Salientam que, deste modo, os alunos têm a oportunidade de negociar idéias, formular conceitos e construir seu próprio conhecimento em um ambiente favorável à experimentação.

Ao deslocar meu olhar para fora do Brasil, deparo-me com as pesquisas de KEMP, KISSANE e BRADLEY (1996) que procuraram incorporar o uso da calculadora gráfica na estrutura curricular, possibilitando que o aluno a utilizasse inclusive nas provas. Já WAITS (1992), em um de seus trabalhos, enumera dez tópicos que podem ser explorados com a calculadora gráfica em sala de aula, dentre eles a modelagem, simulação, condução de experiências matemáticas, onde o aluno pode formular e testar suas conjecturas.

Em suas pesquisas, DUNHAM (1994) sustenta que as calculadoras gráficas podem facilitar a mudança do papel do professor e do aluno na sala de aula, resultando em um ambiente de maior interação e exploração. Relata, que observações feitas em sala de aula, mostram que a calculadora gráfica tem mudado significativamente o relacionamento dos alunos em sala.

Do mesmo modo, WATANABE (1996) enfatiza a importância da presença das calculadoras gráficas como elemento transformador na educação matemática japonesa, que tem como característica um ensino formal e fortemente centrado na resolução de exercícios. Salienta, com exemplos, o uso da calculadora gráfica em aulas de pré-calculo, cálculo diferencial e resolução de problemas, criando um ambiente que pôde despertar a criatividade dos alunos e fazê-los 'perceber', realmente, a Matemática existente nos problemas apresentados.

Percebo que, quando a ferramenta é somente a calculadora gráfica, vários trabalhos são encontrados na literatura. Porém, quando se trabalha com dispositivos de coleta de dados,

esses trabalhos começam a ficar escassos e as poucas informações encontradas estão em teses, periódicos e anais de conferências.

SCHEFFER (2001) pesquisou a relação entre os movimentos corporais e as representações gráficas cartesianas desses movimentos, quando produzidos com o uso do CBR. Seu estudo mostra o fato de os estudantes, às vezes, associarem o movimento com a figura de sua trajetória quando utilizam o sensor. Ela afirma que isso se justifica, se nesses momentos os alunos estiverem representando o desenho de uma trajetória e não um gráfico, no plano cartesiano, que descreve uma função a partir de uma variável.

A autora afirma que nas experiências corporais com o CBR, o movimento assumiu diferentes representações para os estudantes. Os gráficos, por exemplo, foram resultados de uma situação de movimento vivenciados pelos estudantes com os sensores e não somente foram uma representação de um conjunto de pontos.

Visando aumentar o entendimento de gráficos cinemáticos, alguns pesquisadores colocam ênfase em atividades com o uso do sistema MBL. De modo a produzir gráficos em tempo real das variáveis, por exemplo: de posição, velocidade, aceleração, aquecimento ou intensidade de luz. Numa atividade com o MBL, os estudantes usam o instrumento para produzir gráficos de uma ocorrência física real que eles criaram em sala de aula.

Dykstra, Bolye e Monarch em HALE (2000) chegaram à conclusão de que atividades com MBL permitem uma abordagem mais efetiva, procurando ajudar os estudantes a ter uma visão diferenciada do comportamento da velocidade e aceleração por exemplo, o que às vezes não é possível somente ao olhar um gráfico pronto. Acreditam que as atividades com MBL são usadas para ajudar os estudantes a confrontar conflitos que surgem quando eles vêem gráficos similares representando grandezas distintas.

Direcionando o foco na revisão de literatura e procurando me aproximar da pergunta da pesquisa que visa saber *como estudantes de um curso de Física podem trabalhar conceitos matemáticos e físicos ao utilizarem o CBL e a Calculadora Gráfica em atividades de experimentação*, noto que BASSOK e HOLYOAK (1989) estudaram as dificuldades na conexão de gráficos com conceitos físicos e verificaram que conceitos isomórficos na sala de aula de Matemática permitiram que os alunos transferissem os conceitos matemáticos da Álgebra para as aulas de Física. Contudo, quando conteúdos físicos isomórficos ao currículo de Matemática foram trabalhados primeiramente na aula de Física, os alunos não conseguiam estabelecer as relações com o conteúdo matemático. Eles acreditam que, se usarmos a Matemática para apoiar os conceitos vindos de outras disciplinas, como a Física, a transferência de conceitos físicos para conceitos matemáticos venha a existir.

Em seus trabalhos, DOERR e ZANGOR (2000) pesquisaram qual o significado de uma calculadora gráfica utilizada pelos estudantes e seus professores e como eles usaram esse instrumento para a construção do significado matemático em tarefas específicas. Elas relataram os resultados de um exame qualitativo que levantou: (1) o papel, o conhecimento e as crenças de um professor de pré-cálculo, (2) como os alunos usaram a calculadora gráfica no suporte de seu aprendizado de Matemática, (3) as relações e interações entre o papel do professor, conhecimento, crenças e o uso da calculadora gráfica pelo estudante em seu aprendizado matemático, e (4) alguns constrangimentos do uso da calculadora gráfica que emergiram com a pratica em sala de aula. As autoras encontraram cinco formas de uso da calculadora gráfica que surgiram da prática: o uso como ferramenta computacional, ferramenta

transformacional, ferramenta para coleta e análise de dados e como ferramenta de visualização e verificação.

Olhando mais especificamente a calculadora gráfica como uma ferramenta de coleta e análise de dados experimentais, as autoras observaram que nas atividades propostas os estudantes coletaram, armazenaram, compararam e re-coletaram dados até que eles pudessem decidir se tinham adquirido um conjunto satisfatório de dados. Na maioria das atividades, elas perceberam que os estudantes repetiam o mesmo experimento muitas vezes, até que o conjunto de dados por eles coletados combinasse com as expectativas que eles tinham sobre o comportamento do fenômeno. Neste tipo de uso do sistema CBL, os estudantes necessitaram se engajar no entendimento do contexto da atividade e na decisão a ser tomada, embora, o processo de conjecturas, refinamento e negociação tenha se constituído somente para escolher um conjunto satisfatório de dados.

Os resultados desse estudo sugerem que a natureza das atividades matemáticas, o papel, o conhecimento e as crenças do professor influenciaram no uso dos instrumentos. As autoras também perceberam que o uso da calculadora gráfica, como um dispositivo pessoal, pode inibir a comunicação em um pequeno grupo, em contrapartida o uso desta ferramenta como dispositivo coletivo permite o aprendizado matemático e a interação da classe.

HALE (2000) também enfatiza um benefício dos dispositivos de coleta de dados, como sendo, uma maior interação dos estudantes incorporando conceitos gráficos. Para ela, fica evidente, que o sistema CBL com a comunicação dos estudantes favoreceram o desenvolvimento do conhecimento matemático e científico nos alunos que participaram das atividades.

Neste trabalho, ela examina como os estudantes constroem e reconstroem entendimentos conceituais usando o discurso juntamente com o sistema CBL. HALE (2000) encontrou no uso do CBL grupos cooperativos de alunos, porém os discursos de alguns alunos, nas atividades, poderiam levar outros a concepções errôneas e a autora aproveitou esses momentos para esclarecer os conceitos sem esquecer que as concepções erradas fazem parte da construção do conhecimento e que não devem ser eliminadas do processo de aprendizagem.

Afirma CALDWELL (1996) que com o uso do CBL e da calculadora gráfica os estudantes estão aptos a observar fisicamente a relação funcional entre duas variáveis e, então, observar uma representação gráfica dessa relação, como um gráfico de pontos (*scatter plot*). Os estudantes também podem observar a representação numérica dessa relação, pelo traço entre os pontos do gráfico e pela observação das listas, nas quais os dados foram armazenados. Dessa maneira, os estudantes podem então usar a calculadora gráfica para determinar uma equação de modo a ajustar os pontos e obter então, uma representação simbólica dessa relação.

Um ponto comum entre os pesquisadores que trabalham com o sistema CBL/MBL é que, como sugere ADIE (1996), uma proposta educacional de atividades com uso do CBL deverá ter como objetivo principal auxiliar o estudante a entender os processos físicos e matemáticos essenciais.

IV – Considerações Finais

Com as atividades de experimentação, acredito criar situações físicas reais onde o aluno possa identificar modelos matemáticos, desenvolver estratégias para sua resolução, formular hipóteses, testá-las no experimento e interpretar os resultados.

Será possível que o aluno descubra os conceitos de Matemática na Física, conjecturando e formulando suas generalizações a partir de experiências.

Acredito, finalmente que essa pesquisa possa acrescentar contribuições importantes, uma vez que, poucos são ainda os trabalhos acadêmicos com o uso de dispositivos de coleta de dados que relacionam a Matemática e a Física no ensino superior.

V - Referências Bibliográficas

ADIE, G. The Impact of the Graphics Calculator on Physics Teaching. Physics Education, vol. 3(1), pp.50-54, 1998. Disponível em: http://www.iop.org/journals/pe. Acesso em: 05/05/2002.

BASSOK, M.; HOLYOAK, K. Interdomain Transfer between Isomorphic Topics in Algebra and Physics. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 15, p.153-166, 1989.

BORBA, M.C. O uso de calculadoras gráficas no ensino de funções na sala de aula. Anais da Semana de Estudos em Psicologia da Educação Matemática, p.67-73, UFPE, 1995.

BORBA, M.C. Calculadoras Gráficas no Brasil. In: E. K. Fainguelernt e F. C. Gottlieb (Org.), Calculadoras Gráficas e Educação Matemática. 2ª ed. Rio de Janeiro: Art Bureau, 1999.

CALDWELL, F. Bring Functions and Graphs to Life with the CBL. AMATYC Annual Conference, 1996.

DOERR, H.; ZANGOR, R. Creating Meaning for and with the Graphing Calculator. Educational Studies in Mathematics 41. p.143-163, 2000.

DUNHAM, P. H.; DICK, T. P. Research on Graphing Calculators. Mathematics Teacher, vol. 87, pp. 440-445, 1994.

GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 4ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.

HALE, P. Connecting Research to Teaching: Kinematics and Graphs: Students´Difficulties and CBLs. Mathematics Teacher 93, p.414-418, 2000.

KEMP, M.; KISSANE, B.; BRADLEY, J. Graphics calculator use in examinations: Accident or design? Australian Senior Mathematics Journal 10(1), p.36-50, 1996.

SCHEFFER, N. F. Sensores, Informática e o Corpo: A Noção de Movimento no Ensino Fundamental. 242f. (Tese de Doutorado em Educação Matemática) UNESP, Rio Claro – SP, 2001.

SESTOKAS-FILHO, B.; BONAFINI, F.C. Graphics Calculator as a Personal Mathematical Assistant in Engineering Courses. International Conference on Engineering and Computer Education (ICECE), 2000.

SESTOKAS-FILHO, B.; BONAFINI, F. C. Os Ensinamentos da Matemática e da Física podem ser conectados através de Calculadoras Gráficas?. 53ª Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), 2001.

SESTOKAS-FILHO, B.; BONAFINI, F.C. The use of Graphics Calculators to extract meaning from parameters. International Conference on Engineering and Technology Education (INTERTECH), 2002.

SOUZA, T. A. Calculadoras Gráficas: Uma Proposta Didático-Pedagógica para o Tema Funções Quadráticas. 221f. (Dissertação de Mestrado em Educação Matemática) UNESP, Rio Claro – SP, 1996.

SOUZA, T.A.; BORBA, M.C. Calculadoras Gráficas e Funções. IV Encontro Paulista de Educação Matemática (EPEM), p.89-96, 1996.

SOUZA, T.A.; BORBA, M.C. Calculadoras Gráficas e Funções na Aula de Matemática. VI Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM), p.274-275, 1998.

Texas Instruments. Disponível em: www.ti.com. Acesso em: 05/05/2002.

Vernier Software & Technology. Disponível em: www.vernier.com. Acesso em: 05/05/2002.

WAITS, B. The Power of Visualization in Calculus. TICAP Project, 1992.

WATANABE, S. The Change of the Method in Mathematics Education with TI-82 in Japan. In: P. Gomes e B. Waits. Roles of Calculators in the Classroom, p.197-206, 1996.

Matemática Moderna no Brasil: O Lado Bom de Um Grande Vilão

Flávia dos Santos Soares
João Bosco Pitombeira Fernandes de Carvalho
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Tema e Justificativa

Não são muitos os estudos feitos até hoje sobre a História da Educação Matemática no Brasil ou sobre as reformas e os movimentos enfocando o ensino de Matemática pelo seu lado histórico. Segundo Fiorentini (1993) de 1971 a 1990 foram produzidas no Brasil cerca de 204 dissertações e teses na área de Educação Matemática, onde apenas 7 focalizavam aspectos da história do ensino de Matemática e destes, 4 deles procuraram realizar efetivamente um estudo investigatório. Esta comunicação deriva de um estudo mais amplo realizado no curso de Mestrado em Matemática, concluído em 2001. O objetivo da dissertação foi de estudar o Movimento da Matemática Moderna no Brasil e no mundo, suas principais causas, propósitos, características, e motivos que levaram ao seu fracasso, além de descrever algumas das experiências feitas no Rio de Janeiro com a Matemática Moderna. Embora sejam mais comentados os aspectos negativos desse movimento, temos como objetivo, além de divulgar mais a História do ensino de Matemática no Brasil, destacar alguns dos pontos positivos do Movimento e iniciativas bem sucedidas da Matemática Moderna.

Problema da pesquisa

Antes de começar a falar alguma coisa sobre o assunto a que nos propomos nessa comunicação é necessário fazer algumas considerações a respeito da expressão *Matemática Moderna*. Neste trabalho, a expressão *Matemática Moderna* ou, *Movimento da Matemática Moderna*, se refere a uma série de movimentos de reforma ocorridos em diversos países que buscaram renovar o ensino da Matemática por meio da introdução no ensino fundamental e médio de tópicos tais como a teoria dos conjuntos, o estudo das estruturas fundamentais da Matemática (algébricas, topológicas e de ordem), lógica, entre outros. O uso da palavra "moderna" não passou sem gerar discordância. O que é *moderno* é oposto ao que é velho, antigo, ultrapassado. A Matemática Moderna, por sua vez, era associada ao novo, atual, avançado. Para os opositores do Movimento, usar tal expressão e defender a introdução de assuntos descobertos nos séculos XVIII e XIX no ensino secundário, era desprezar toda a Matemática desenvolvida até então, o que era tido como um absurdo. Por outro lado, os defensores da reforma diziam não querer descartar a Matemática *velha*, mas sim renová-la aplicando a ela novos métodos de ensino.

No Brasil, o Movimento da Matemática Moderna teve seu início no começo dos anos 60 e durante mais de uma década mobilizou educadores, professores de Matemática, pais e alunos em prol da renovação do ensino de Matemática do país.

Em geral, a primeira coisa que nos ocorre são as características e conseqüências negativas que o Movimento teve em todo o mundo e no Brasil. Isto se deve ao fato de o Movimento da Matemática Moderna ter sido e continuar sendo até hoje confundido com o ensino de conjuntos. Não tiramos a razão daqueles que o associam ao ensino de conjuntos

visto que realmente se deu exagerada importância ao assunto. Entretanto, queremos mostrar que, pelo menos em sua gênese, as propostas do Movimento não se limitavam ao estudo superficial e desnecessário de teorias que pouco têm de útil aos estudantes. Assim, de certa forma, o estudo desenvolvido quis desfazer mais esse mito que desprestigia outras iniciativas surgidas na mesma época como as de George Papy e Zoltan Dienes, que ficaram esquecidas no tempo ou retidas na memória de poucos.

Desenvolvimento do Movimento da Matemática Moderna no Brasil e no Mundo

A tentativa de unificar o ensino da Matemática foi um dos principais objetivos do Movimento da Matemática Moderna. As propostas que visavam essa unificação por meio da teoria dos conjuntos e do estudo das estruturas fundamentais da Matemática seguiam a corrente Bourbakista e se apoiavam, por outro lado, na teoria de Piaget e na importância do aspecto psicológico do ensino e da aprendizagem que até então estava sendo renegado. A proposta de Bourbaki era a de reconstruir toda a Matemática sob uma base geral que pudesse reorganizar toda a teoria conhecida até o momento. Esta base seria suas estruturas fundamentais: as algébricas, as de ordem e as topológicas. Sendo assim, alguns conceitos seriam básicos: grupos, anéis, corpo, espaço vetorial, etc. As idéias de Bourbaki unidas com a Psicologia de Piaget deu ao Movimento maior credibilidade e caráter científico a partir da provável existência de uma correspondência entre as estruturas mentais de pensamento e as estruturas matemáticas.

A reforma estava ligada essencialmente a uma realidade: havia uma grande necessidade de modernizar o ensino de Matemática e Ciências e, além disso, questionava-se a existência de uma enorme separação entre a Matemática ensinada na universidade e a ensinada no ensino secundário. A modernização vinha da necessidade de se adequar a formação dos estudantes ao desenvolvimento científico e tecnológico dos países ocidentais. Com o avanço da ciência e da tecnologia, que se intensificou a partir do século XVIII, a Matemática adquiriu maior importância no sistema escolar devido a necessidade em diversos ramos da indústria e comércio.

O alarme geral para a modernização e melhoria da educação técnica e científica nos países do Ocidente foi dado em 1957 com o lançamento do satélite russo Sputnik I, responsável por altos investimentos do governo americano no ensino de Matemática e Ciências em geral. Este fato, embora não ligado ao campo educacional, teve um enorme efeito no governo que passou a incentivar projetos alternativos para melhorar o ensino e o currículo de Matemática. Em 1959 foi realizada a *Conferência de Royaumont*, na França, representado também um estímulo importante para o início atividades ligadas à reforma, representando um ponto de culminância de alguns anos de iniciativas isoladas, e incentivando a realização de outros congressos nos anos seguintes. A conferência teve seu ponto alto com a palestra de Jean Dieudonné que, com seu "Abaixo Euclides!", defendeu o estudo não só da geometria euclidiana, mas de outras abordagens consideradas mais modernas, como a defendida por Felix Klein em seu *Programa Erlangen*. Klein descreveu a geometria como o estudo das propriedades dos objetos que se mantêm invariantes quando estes objetos são submetidos a transformações de um determinado grupo de transformações. Assim, existiriam várias geometrias, tantas quantas os grupos de transformações. Daí a importância que Felix Klein dava aos conceitos de grupo, função e transformação linear. A Conferência ainda reforçou a idéia de unidade da Matemática utilizando os conceitos de conjunto, relação e função, e das estruturas de grupo, anel, corpo e espaço vetorial. Incentivou também o uso do simbolismo, e recomendou que grande parte da álgebra tradicional de pouca ou nenhuma aplicação no

estudo posterior de Matemática fosse excluída do currículo e a geometria euclidiana tradicional fosse modificada em grande parte, e até eliminada, em favor de outros métodos de estudo do espaço.

Ideologicamente a reforma devia muito à Europa, mas nos aspectos institucionais e financeiros deveu muito aos norte-americanos. Assim, depois de Royaumont e do Sputnik, vários grupos foram sendo organizados em todo o mundo. Entre os principais podemos citar os mais conhecidos no Brasil: o School Mathematics Study Group (SMSG), dos Estados Unidos; o Projeto Nuffield, da Inglaterra e os Instituts de Recherche sur L'Enseignement des Mathématiques (IREM), da França. Além disso, alguns projetos individuais tiveram grande repercussão no mundo inteiro, como os trabalhos de George e Frederique Papy, na Bélgica; na Holanda, os estudos de Hans Freudenthal; na Hungria; com Tamás Varga; e no Canadá, Zoltan Dienes.

Aqui, o grupo de estudos mais conhecido era o *Grupo de Estudos do Ensino da Matemática* de São Paulo, criado em 1961, nos moldes do SMSG, tendo como protagonista o professor *Osvaldo Sangiorgi*. GEEM tinha como objetivo incentivar o estudo da Matemática Moderna promovendo cursos de aperfeiçoamento para os professores das escolas secundárias. Durante seus vários anos de atuação, o grupo, que tinha suas atividades amplamente divulgadas pela imprensa, trouxe ao Brasil professores estrangeiros, publicou livros, promoveu cursos de Matemática Moderna para pais, realizou Olimpíadas de Matemática, participou de conferências internacionais e se estabeleceu como grupo líder na divulgação da Matemática Moderna no país, incentivando a criação de outros grupos em outros estados.

No Brasil as propostas da Matemática Moderna encaixavam-se bem na política de modernização econômica do governo da década de 60. Vigorava no país a corrente pedagógica tecnicista que se consolidou sustentada pela ideologia desenvolvimentista que defendia a industrialização do país e privilegiava a formação técnica. Por conta desse interesse, o governo abriu as portas para os técnicos americanos nos conhecidos acordos MEC-USAID. Nas décadas de 60 e 70 o governo brasileiro assinou com os Estados Unidos vários desses acordos fazendo com que a educação brasileira ficasse quase que totalmente veiculada à política educacional e econômica americana. D'Ambrósio (1987), vê o Movimento da Matemática Moderna como um projeto gerado em países desenvolvidos e que teria sido posteriormente transferido para os países do Terceiro Mundo. Na época da Matemática Moderna as influências foram diversas e vieram principalmente da Europa e dos Estados Unidos. Assim, os acordos assinados pelo Brasil facilitaram, de certa forma a entrada das idéias do Movimento veiculadas nos Estados Unidos.

As propostas do Movimento da Matemática Moderna ainda estavam ligadas à outra questão antiga: a de tentar fazer com que a Matemática deixasse de ser considerada um "bicho-papão" para os alunos. O Movimento pregava a democratização do ensino e propunha uma apresentação da Matemática muito mais simplificada e atraente, transformando-a do terror dos estudantes em algo ao alcance de todos. Insistia também numa reforma pedagógica, que incluía a pesquisa de novos materiais e métodos de ensino. Graças a essa preocupação vários educadores estrangeiros tornaram-se conhecidos no Brasil como C.Gattegno, Zoltan Dienes, Tamás Varga, e outros, divulgados no Brasil pelo GEEM e pelo GEEMPA.

Apesar de ressaltar que a Matemática era a mesma e somente a forma de ensinar é que era diferente, o Movimento defendia a inclusão de tópicos avançados no currículo do ensino secundário tais como: álgebra moderna, topologia, transformações lineares, etc. Uma

das características da Matemática Moderna era pensar que, o fato de o aluno conhecer os fundamentos da estrutura do edifício matemático – conjuntos, relações e suas propriedades – eles estariam aptos a construir todo o restante. Ao aproximar a Matemática escolar da Matemática pura, centrando o ensino nas estruturas e usando a linguagem dos conjuntos como elemento de unificação, a reforma deixou de considerar que o que se propunha estava fora do alcance dos alunos e dos professores. Estes, obrigados a ensinar uma Matemática em cujos métodos não foram preparados ministravam um ensino deficiente e só agravaram os problemas. O ensino passou a ter preocupações excessivas com abstrações internas à própria Matemática, mais voltadas à teoria do que à prática. A linguagem dos conjuntos foi ensinada com tal ênfase que a aprendizagem de símbolos e de grande quantidade de terminologia comprometia o ensino do cálculo, da Geometria e das medidas.

O Movimento da Matemática Moderna começou a mostrar sinais de desgaste quando foi constatada a inadequação de alguns de seus princípios e distorções ocorridas na sua implantação. O americano Morris Kline, que desde a década de 50 criticava a Matemática Moderna, repreendia o movimento pela ênfase exagerada na abordagem dedutiva; pelo uso de grande quantidade de terminologia e simbolismo; pela ênfase excessiva no ensino da teoria dos conjuntos; pelo ensino prematuro de abstrações e pelo isolamento da realidade. Aqui, suas críticas foram acolhidas pelos professores e juntaram-se a tantas outras já existentes. Os exageros cometidos em nome da Matemática Moderna são devidos principalmente aos livros didáticos, publicados livremente e sem nenhuma fiscalização ou critério e à falta de formação adequada dos professores secundários. Estes foram obrigados a ministrar uma Matemática diferente da que haviam estudado e, sem haver tempo e planejamento suficiente para implantação do novo currículo, o ensino foi prejudicado. A Geometria foi abandonada, e os cálculos numéricos foram substituídos por formalismos excessivos e desvinculados da realidade. Entretanto, apesar de tudo, podemos notar que o Movimento da Matemática Moderna teve, em muitos aspectos, resultados positivos.

O lado bom de um grande vilão

Em geral podemos distinguir dois tipos de opinião sobre o Movimento da Matemática Moderna no Brasil. O primeiro diz respeito à adoção da Matemática Moderna nas escolas brasileiras, ou seja, de que forma foi ensinada, se o ensino melhorou ou não, quais os livros didáticos produzidos na época, etc. O segundo tipo de opinião é em relação ao Movimento em si, isto é, em relação à articulação e organização dos professores em prol das reformas.

Quanto ao primeiro tipo de opinião é fácil chegar a um consenso. No caso do Brasil a implantação da Matemática Moderna não se mostrou eficaz no combate aos problemas que o ensino tradicional já apresentava. Sua adoção foi feita sem o planejamento necessário e sem a devida preparação dos professores. O ensino da teoria dos conjuntos tornou-se excessivamente abstrato e exagerado e as propostas originais que o Movimento apresentava acabaram se perdendo ou nunca se realizando por completo. Sendo assim, as opiniões gerais tendem a considerar que o Movimento fracassou, pois não atingiu as metas a que se propôs, ou seja, de unificar o ensino da Matemática, democratizar o ensino e torná-lo mais acessível.

Apesar de não ter alcançado os objetivos a que se propôs, encontramos algumas iniciativas isoladas bem sucedidas com a Matemática Moderna. Analisamos algumas dessas iniciativas em Soares (2001) particularmente aquelas que se utilizaram dos trabalhos de George Papy.

Por volta de 1968, D. Ireneu Penna começava também experiências com a Matemática Moderna no Colégio São Bento, aplicando em suas classes do 1°. grau a Matemática

desenvolvida por George Papy em seus livros Mathématique Moderne. O próprio D. Ireneu preparou algumas apostilas para serem usadas pelos alunos das 5.ª, 6.ª, 7.ª e 8.ª séries. Mesmo sempre estando baseado nos livros de Papy, D. Ireneu também deu sua contribuição ao trabalho, acrescentando exercícios e fazendo algumas mudanças para os alunos brasileiros. Apesar da impossibilidade do material ser produzido em cores, característica marcante dos livros de George Papy, foram feitas algumas adaptações e os professores freqüentemente fazem uso em suas aulas de giz colorido e os alunos de canetas coloridas em substituição às cores originais dos livros. Todas as apostilas foram elaboradas em preto e branco e apesar serem consideradas um pouco áridas e de hoje existirem recursos para uma impressão mais moderna e colorida, elas não sofreram nenhuma alteração, em respeito ao trabalho de D. Ireneu. O trabalho iniciado por D. Ireneu se desenvolveu até agora com o apoio e a colaboração de oito professores do colégio que se prepararam em cursos com D. Ireneu e com o professor José Paulo Carneiro na Universidade Santa Úrsula. Mesmo com alguns pequenos problemas, a experiência do Colégio São Bento com a Matemática Moderna resiste até hoje e isso não aconteceria se não fosse reconhecidamente bem feita e, por isso, bem sucedida. Os alunos do São Bento conseguem todos os anos altos índices de aprovação para as carreiras e vestibulares mais concorridos do Estado. Um aluno do colégio, segundo depoimentos, é facilmente distinguido entre os demais por apresentar raciocínio rápido e melhor desempenho na resolução de problemas.

Podemos dizer que o Movimento da Matemática Moderna tomou outros rumos e teve mais sucesso com a volta do professor Arago Backx da Bélgica, onde fez um curso com George Papy. Graças ao professor Arago, foram realizadas experiências em colégios da rede pública estadual de ensino, como o Colégio André Maurois na cidade do Rio, e em escolas de caráter experimental, como o Centro Educacional de Niterói. No CEN, Inicialmente, o professor Arago foi convidado A ministrar um curso de reciclagem para os professores de Matemática do colégio. Com o bom andamento do curso direção do colégio propôs que atividades baseadas nos "Mathématiques Moderne" de Papy fossem também realizadas com os alunos. O trabalho iniciou-se em uma turma do "admissão", equivalente a 4.ª série do ensino fundamental, que contava com alunos de 10 a 11 anos de idade. O trabalho continuou com a turma em todo o primeiro grau e ao final da 8.ª série o conteúdo coberto nesses 4 anos foi o dos volumes 1 e 2 da coleção Mathématique Moderne e uma parte do volume 3. Em 1975, a mesma turma ingressava no 2.° grau, dando seqüência ao conteúdo do volume 3 e parte do volume 5. De maneira geral, o trabalho foi avaliado positivamente pelos vários professores que trabalharam em algum momento com a turma. Os alunos mostraram melhores hábitos de trabalho assumindo com prontidão e seriedade as tarefas propostas. Compreendiam com facilidade os conteúdos e mostravam interesse mais significativo pela matéria. A turma em questão foi considerada de melhor desempenho que as demais turmas da mesma série. Entretanto, apesar da direção do Colégio ter interesse em propostas inovadoras como a desenvolvida pelo professor Arago e se mostrar interessada na continuidade da experiência e ela não pode ser levada adiante em função de alguns problemas administrativos da escola.

O segundo tipo de opinião em relação ao Movimento da Matemática Moderna é o que diz respeito à mobilização dos professores. Nesse caso a maioria das opiniões nos levam a avaliá-lo de forma mais positiva, considerando-o como um marco para o início de uma nova fase de consciência do professor brasileiro. Nenhum outro movimento teve tanta repercussão entre os professores quanto o Movimento da Matemática Moderna. Acima de tudo a reforma contava com o otimismo e com a esperança dos educadores e, já que o ensino tradicional não respondia mais às exigências nem deles nem dos alunos, alguma alternativa ou proposta de

mudança era vista inicialmente com bons olhos. Assim, a época da Matemática Moderna foi uma fase de grande mobilização dos professores empenhados num objetivo único: melhorar o ensino de Matemática. Mesmo que essa meta não tenha sido atingida, o Movimento fez com que os professores começassem a refletir mais sobre sua prática docente e sobre os verdadeiros propósitos do ensino de Matemática. Apesar de todos os problemas causados pela introdução da Matemática Moderna no ensino secundário sentidos ainda hoje, este trabalho segue a posição de Búrigo (1987), que vê o Movimento como tendo sido um importante passo dado por professores e educadores num esforço para melhorar o ensino de Matemática no país. Vemos o Movimento também como um marco para o início de um período de renovação da Matemática e incentivo aos educadores matemáticos para a criação de grupos de estudos e pesquisa, para a realização de Congressos, e para o interesse dos professores em melhorar sua formação.

Considerações finais

Ainda que alguns pensem que o Movimento da Matemática Moderna nada tem a ver com o que se passa com a Educação Matemática nos dias atuais, e que esse assunto não tem mais importância e, portanto deveria ser esquecido, a realidade é que boa parte dos matemáticos e educadores do mundo foram formados justamente nessa época, e, além disso, boa parte dos textos e currículos de nossas escolas ainda trazem alguns de seus vestígios.

Foi a partir das sementes lançadas educadores matemáticos brasileiros como Euclides Roxo, na década de 30, seguindo o movimento de reforma do ensino da Matemática iniciado Félix Klein, e mais tarde nas décadas de 50 e 60 nos Congressos Brasileiros de Ensino da Matemática, que a comunidade matemática do país começou a se articular. Com o Movimento da Matemática Moderna destacaram-se líderes e pesquisadores, que durante as décadas seguintes participariam ativamente do cenário da Educação Matemática brasileira como Ubiratan D'Ambrósio, Omar Catunda, Osvaldo Sangiorgi, Mello e Souza, Martha Maria de Souza Dantas, Benedito Castrucci, e outros. Na década de 80 a tradição desses Congressos foi retomada com a organização dos Encontros Nacionais de Educação Matemática (ENEM) reunindo mais uma vez os professores para estudo e debate.

Estes e outros encontros foram realizados graças aos esforços de grupos de estudo e associações de professores de Matemática espalhados pelo país, criados na época da Matemática. Estes deram frutos e incentivo a muitos outros existentes hoje. Os grupos de pesquisa que se formaram como o GEEM, o GEEMPA e o GEMEG (que deu origem ao GEPEM) representaram uma grande oportunidade de atualização e capacitação de professores muitas vezes mal preparados pelas universidades, além de terem dado força ao surgimento de uma nova geração de educadores matemáticos que seria fortalecida nos anos 70 e 80.

Devido ao Movimento também foi a consolidação da importância de se encarar o ensino da Matemática como objeto de estudo e reflexão. Hoje existem no país muitas instituições que desenvolvem pesquisas em Educação Matemática atuando na produção de material didático, na publicação de artigos, na pesquisa de novas tecnologias de ensino, etc. Além disso, vem crescendo a quantidade de cursos de pós-graduação que desenvolvem pesquisas em Educação Matemática, nas Faculdades de Educação e Psicologia.

Se é verdade que se aprende com o erros, muito já mudou na Educação Matemática desde a época da Matemática Moderna. Muito já foi aprendido e realizado. Muitas das experiências com

a Matemática Moderna realizadas em no Brasil, tiveram boa aceitação dos alunos e professores mostrando que é possível ensinar Matemática a partir de outras abordagens. Infelizmente essas iniciativas não tiveram continuidade e não foram assimiladas pelo Movimento como parte de um todo. Elas foram acontecimentos isolados postos em prática pela vontade e dedicação de alguns professores em busca de algum tipo de mudança. Os professores brasileiros assimilaram várias tendências e propostas na busca de tirar o melhor proveito de cada uma delas, o que acabou por dividir opiniões e enfraquecer o Movimento. Não houve envolvimento total dos professores na medida em que havia poucos realmente engajados no Movimento e ativos na divulgação das idéias e na participação em cursos e seminários.

Sabemos que uma renovação dos currículos e na maneira de ensinar é necessária. Entretanto, essa mudança não se realiza facilmente. Ela deve lenta e progressiva e elaborada visando as condições dos alunos brasileiros, da escola brasileira e do professor brasileiro. Parte dos problemas referentes ao ensino da Matemática Moderna estavam relacionados à falta de formação adequada dos professores. Se alguma reforma deve ser realizada ela deve passar em primeiro lugar pelos cursos de Licenciatura e pelos cursos de formação continuada de professores. Do contrário não seremos capazes de fazer uma análise crítica de novas propostas que possam surgir e sofreremos mais uma vez os equívocos e as distorções da adoção precipitada de reformas iniciadas em outros países.

Bibliografia

BÜRIGO, Elisabete Zardo. Movimento da matemática moderna no Brasil: estudo da ação e do pensamento de educadores matemáticos nos anos 60. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1989. Dissertação de Mestrado.

CARVALHO, João Bosco Pitombeira. As idéias fundamentais da Matemática Moderna. Boletim GEPEM, ano XIII, n. 23, pp. 7-24, 2.º sem.1988.

D'AMBRÓSIO, Beatriz Silva. The Dynamics and consequences of the modern mathematics reform movement for Brazilian mathematics education. Indiana University, 1987. Thesis of Doctor of Philosophy.

FIORENTINI, Dario. Memória e análise da pesquisa acadêmica em educação matemática no Brasil: o banco de teses do CEMPEM / FE – UNICAMP. Zetetiké, ano 1, n.1, pp.55-94, mar. 1993.

KLINE, Morris. O fracasso da Matemática Moderna. São Paulo: Ibrasa, 1976.

SANGIORGI, Osvaldo. Quinze anos de Matemática. O Estado de São Paulo. 14 e 21 de setembro de 1975.

SOARES, Flávia dos Santos. Movimento da Matemática Moderna no Brasil: Avanço ou Retrocesso? Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001. Dissertação de Mestrado.

Como Os Professores de 2º Ciclo Estão Percebendo a Implantação dos Pcn de Matemática

Francisca Terezinha Oliveira Alves – mestranda PPGED/UFRN
Orientadora: Drª. Arlete de Jesus Brito – Profª PPGED/UFRN

Tema: Implantação dos PCN de Matemática na Rede Municipal de Ensino do Natal

Justificativa

Este artigo visa apresentar um trabalho que está sendo desenvolvido no Mestrado de Educação Matemática e tem como objeto de estudo, a implantação das orientações sugeridas nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática na Rede Municipal de Ensino da Cidade do Natal. O enfoque da investigação está na percepção que os professores que trabalham com Matemática no 2º ciclo do Ensino Fundamental têm desse processo de implantação.

O que nos motivou a selecionar o objeto de estudo reside no fato de trabalharmos com esse segmento e percebermos existir pouco conhecimento por parte dos professores, das orientações sugeridas nos PCN de Matemática. Partindo desse ponto, propomos investigar o nível de conhecimento e leitura que os professores que atuam no 2º ciclo têm dessas orientações, bem como se fazem uso no cotidiano da sala de aula. O estudo está orientado nas leituras dos autores que subsidiaram a elaboração dos PCN de Matemática, além das contribuições de autores que trabalham com a formação de professores.

O trabalho está em fase inicial, no estágio de análises de documentos. No momento estamos analisando as Propostas Curriculares da Rede Municipal de Ensino do Natal para Matemática, que tenham algum enfoque construtivista em seus textos. Para nossa surpresa, tivemos dificuldades em localizar documentos mais antigos que orientavam o ensino nas escolas municipais do Natal. Conseguimos os documentos de 1990 para cá. Vale salientar que, nos últimos anos, o ensino nas escolas municipais do Natal vem passando por mudanças, pelo menos em termos de propostas curriculares. Existe uma preocupação em "olhar" a Matemática de outro modo, na perspectiva de construção do conhecimento pelo aluno. Diante do exposto, surge o problema: como os professores do 2º ciclo estão percebendo a implantação dos PCN de Matemática na Rede Municipal de Ensino do Natal?

Referencial Teórico

A orientação proposta pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática para trabalhar os conteúdos inerentes ao 2º Ciclo do Ensino Fundamental está baseada numa concepção construtivista de ensino/aprendizagem, na qual "a atividade matemática escolar não é 'olhar para coisas prontas e definitivas', mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que servirá dele para compreender e transformar sua realidade" (BRASIL, 1997, p.19, v. 3). O conhecimento é visto na sua totalidade e não por etapas com fim em si mesmo. COLL; SOLÉ (2001, p. 19), ao falarem sobre a concepção construtivista, dizem que o sentido de aprendizagem nessa concepção é de construção. Eles, afirmam que "[...] aprendemos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal sobre um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender". A aprendizagem não ocorre do nada e sim, a partir de experiências e interesses que o indivíduo possui.

A prática cotidiana nas escolas, principalmente em Matemática, ainda é muito centrada no uso exclusivo do livro didático, ênfase de técnicas para operacionalizar com as operações fundamentais, destacando a memorização e repetição do que foi trabalhado. Os conteúdos ainda são organizados tendo como critérios principais a linearidade e hierarquização, "[...] é uma organização, dominada pela idéia de pré-requisito, cujo único critério é a definição da estrutura lógica da Matemática, que desconsidera em parte as possibilidades de aprendizagem dos alunos" (BRASIL, 1997, p.25, v. 3).

A organização em ciclos pressupõe que os conteúdos tenham como ponto de partida para suas efetivações, os interesses dos alunos e não apenas a organização lógica de cada componente curricular. Desse modo, é interessante que se trabalhe em sala de aula com organizações curriculares que levem em conta os interesses dos alunos, mas que também, enfatizem os conteúdos próprios de cada componente curricular e principalmente, como afirma Zabala (1998, p.165):

> *"[...] que as aprendizagem sejam o mais significativas possível para que o que os meninos e as meninas aprendam lhes ajude a se formar como cidadãos competentes para compreender a sociedade em que vivem e participar nela construtivamente".*

Vale salientar também, que já existem inquietações por parte de muitos educadores no sentido de buscar uma melhor forma de trabalhar com os vários conteúdos em sala de aula.

Os PCN sugerem que se trabalhe as diversas categorias de conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais), para que se possa alcançar uma aprendizagem realmente significativa por parte do aluno. Essas categorias devem ter a mesma importância dentro do planejamento do trabalho escolar e cabe ao professor intervir para que isso ocorra.

Metodologia

A pesquisa será do tipo qualitativa com amostra estratificada por região (Norte, Sul, Leste e Oeste). Segundo (ANDRÉ, 2000, p. 22-23), o conceito de pesquisa qualitativa não tem sido suficientemente discutido, apesar da extensa literatura disponível. Para este projeto, segue-se a orientação conceitual de Bogdan (1994, p. 16), que afirma: "utilizamos a expressão qualitativa como um termo genérico que agrupa diversas estratégias de investigação que partilham determinadas características". Para este autor, os dados são considerados qualitativos, por serem ricos em pormenores descritivos relativos a pessoas, locais e diálogos e de difícil tratamento estatístico.

Os procedimentos utilizados para a investigação serão:

Observação direta e intencional da ação do professor na sala de aula

Entrevista com professores

Análise documental

Será utilizado sorteio para definição das escolas, assim distribuídas:

Zona Norte – 4 escolas

Zona Oeste – 4 escolas

Zona Sul – 1 escola

Zona Leste – 1 escola

Em cada escola será escolhido um professor, perfazendo um total de 10 professores para a amostra da pesquisa, sendo essa a proposta do projeto que poderá ainda ser redefinida.

Resultados obtidos

Da análise realizada nas Propostas Curriculares para o Ensino da Matemática da Rede Municipal do Natal é possível fazer alguns comentários.

Pedagogia da Ação Coletiva: o avanço do desafio – 1990

Nesse documento está relatado o "perfil" do ensino desenvolvido nas escolas municipais. Para sua elaboração foram aplicados questionários aos professores, supervisores e diretores das escolas, com o intuito de identificar a situação do ensino bem como a formação dos professores que nela atuavam. Esse trabalho foi coordenado pela equipe pedagógica da Secretaria de Educação. Com os dados coletados, traçaram pressupostos teóricos/metodológicos que mais adiante tornariam-se referenciais para a elaboração de uma Proposta Curricular para o Ensino Municipal do Natal.

Um dos pontos que vale sallentar dessa iniciativa foi a formação em serviço dos professores e equipe pedagógica que trabalhavam nas escolas, através do Curso de Aperfeiçoamento para Docentes da Rede Municipal de Ensino/CADREM, composto por uma fundamentação geral e outra específica dentro de cada área. Nesse curso também foi possível aos professores e à equipe, ler e opinar sobre os pressupostos teóricos/metadológicos, dentro de cada área do conhecimento, elaborados pela equipe da Secretaria Municipal de Educação, a partir do que tinha sido coletado nas escolas. Todo esse trabalho resultou em um documento chamado de "Pedagogia da Ação Coletiva: O avanço do desafio". Nele estava contida a sistematização das discussões desenvolvidas e tencionava futuramente, subsidiar a elaboração da versão preliminar da proposta curricular para o ensino básico da Rede Municipal do Natal. É importante destacar que a iniciativa teve a participação das pessoas que trabalhavam nas escolas e não foi apenas um documento elaborado por especialistas em ensino.

Diretrizes Gerais para a Construção de uma Proposta Curricular – 1995

Essas diretrizes surgem como resultado do documento "Pedagogia de Ação Coletiva: O avanço do desafio". Nelas estão postas a concepção teórica e metodológica que irá orientar toda a ação educativas nas escolas; a concepção de ensino; o novo enfoque para os conteúdos dentro de cada área de conhecimento; encaminhamentos didáticos e orientações para o processo avaliativo do desempenho dos alunos. Dessas orientações contidas nas diretrizes, destacamos as de Matemática, por ser o nosso objeto de estudo.

O enfoque inicial da proposta para Matemática, é destacar a sua importância dentro do contexto sócio-cultural-político e seu papel de oferecer aos alunos não apenas os "instrumentos do cálculo de grandezas, mas também subsídios para o enriquecimento de conceitos" (NATAL, 1995, p. 99). E como isto poderá ser possível? Segundo a proposta,

através do desenvolvimento do raciocino lógico, que possibilitará ao homem torna-se um ser pensante, dotado de capacidade de compreender o seu espaço histórico-social. E qual a finalidade disso? Estabelecer uma relação entre a Matemática, a escola e o aluno, e estas relações deverão estar presentes no processo ensino/aprendizagem. Para que isso torne-se possível, segundo a proposta, é necessário que mude a ótica do ensino da Matemática. A aprendizagem do aluno passa a ser entendida como um saber que tem significado; o aluno torna-se um "agente ativo" nesse processo; o conhecimento matemático é visto como um processo de construção e não apenas de repetição. Envolve a interrelação com o meio físico nos aspectos da compreensão, integração, reflexão, criticidade e aplicação. Há uma mediação feita pelo professor entre o saber que o aluno traz e o saber sistematizado. Há o estímulo ao raciocino lógico, ao pensar e ao redescobrir. o enfoque teórico da proposta é a construção do conhecimento pelo aluno, mediado pelo professor. Percebemos aqui o destaque dado a Matemática como uma disciplina que tem a capacidade de tornar o homem um ser pensante, crítico. É uma visão elitista e predominante quando se fala da Matemática. Retrata bem a situação que é descrita por D'Ambrósio, quando analisa os valores atribuídos ao ensino da Matemática (cf. D'AMBRÓSIO, 1993, p. 11 - 19).

Na perspectiva de trabalhar a Matemática a partir da construção do conhecimento em interação com o meio físico e social, há a necessidade de o professor estabelecer uma ligação entre o saber do aluno e o conhecimento novo. Para isso a proposta destaca alguns conceitos matemáticos necessários para o desenvolvimento cognitivo da criança, tais como: seriação, classificação, ordenação, conservação, inclusão, número, operações com números naturais, números racionais, geometria e medidas. Segundo a proposta, estes conceitos constituem a base de sustentação de todo o conhecimento matemático. São apresentados na proposta distribuídos em três dimensões: número, medidas e geometria (cf. NATAL, 1995, p. 105). A proposta enfatiza que essa seqüência de conteúdos não deve ser vista como uma programação a ser desenvolvida em série, mas "ser entendida como suporte de uma sistematização flexível e dinâmica..." (NATAL, 1995, p. 115). Deverá levar sempre em conta os interesses, as necessidades e os saberes trazidos pelo aluno para a sala de aula.

É importante destacar que isso não é fácil de ser concretizado. Trabalhar numa perspectiva de construção do conhecimento requer que os professores tenham conhecimento de como fazê-lo e saibam fazê-lo e, não é apenas por estar em uma proposta curricular, que será possível.

Essa proposta para a organização do ensino de Matemática nas escolas municipais do Natal, aponta enfoque inovador na seqüência e trato didático dado aos conteúdos, a atitude do professor frente ao saber do aluno e a idéia de que o conhecimento é construído pelo aluno. Mas apesar desses pontos inovadores, a organização dos conteúdos ainda é caracterizada por uma seqüência linear. Não existe uma indicação para que estes sejam trabalhados numa perspectiva de interrelação. Da maneira como está posto predomina a idéia de pré-requesito, um conteúdo puxando o outro.

Mudanças após a Lei Nº 9394/96

Após a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases - LDB Nº 9394/96, surge a necessidade das Secretarias Municipais de Educação adequarem-se as novas orientações propostas nessa Lei. Assim em 2000, são elaboradas as Diretrizes para a Organização da Escolaridade em Ciclos, que visa uma mudança estrutural do ensino municipal de acordo com

as orientações. As mudanças sugeridas por essas Diretrizes são de ordem organizacional, pois implementam o sistema de ciclos em substituição ao seriado. No documento constam orientações desde a matrícula até a promoção do aluno de um ciclo para o outro. É importante destacar que com a implantação dos ciclos, houve uma reformulação no sistema de avaliação. No lugar de notas e conceitos usados na avaliação classificatória, passa a existir o registro e o relatório do desempenho do aluno. A avaliação passa "[...] a ser processual com função diagnóstica e investigativa" (NATAL, 2000, p. 12). Há um avanço no modo de avaliar o desenvolvimento do aluno.

Diretrizes Específicas para as Escolas da Rede Municipal de Ensino – 2002

Em 2002, a Secretaria Municipal de Educação do Natal organiza as Diretrizes Específicas para as Escolas da Rede Municipal de Ensino, ampliando as orientações sugeridas no documento de 2000 e sistematizando assim a implantação dos ciclos.

Nessas Diretrizes estão postas orientações para a organização do sistema em ciclos de aprendizagem. Apesar de não conterem orientações pedagógicas para o trabalho específico com cada área de conhecimento, trazem informações importantes acerca do direcionamento que se deve dar ao ensino, além de tratar das questões relativas a avaliação e promoção do aluno.

Segundo essas Diretrizes, há a necessidade de se ter um número determinado de alunos por turma, para que possa haver condições de se desenvolver um trabalho mais adequado com os ciclos. A avaliação tem nos registros do desempenho do aluno, o ponto principal e leva em consideração os aspectos cognitivo, afetivo, psicomotor, social e cultural.

Considerações finais

Esta pesquisa se constitui em uma investigação da percepção que os professores têm sobre a implantação dos PCN de Matemática. São nossas expectativas, que ela contribua analisando os pontos positivos e as falhas dessa implantação e também sirva para repensar futuras mudanças no sistema educacional da Prefeitura do Natal e possivelmente em outros municípios.

Bibliografia

ANDRÉ, M. E. D. A. de. Etnografia da Prática escolar. Campinas: Papirus, 2000.

BOGDAN, R. C.; BILKLEIN S. K. Investigação Qualitativa em Educação. Porto Codex. Portugal: Porto editora, 1994

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental, Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília/DF:MEC/SEF, 1997.

COLL, C.; SOLÉ, I. Os professores e a concepção construtivista. In: COLL. C.; et al. O Construtivismo na Sala de Aula. São Paulo: Ática, 2001.

D'AMBRÓSIO, U. Etnomatemática. São Paulo: Ática, 1993.

NATAL, Secretaria Municipal de Educação. Pedagogia da Ação Coletiva: o avanço do desafio. Natal/RN: SME, 1990.

_____ Diretrizes Gerais para a Construção de uma Proposta Pedagógica: ensino fundamental, v. 1. Natal/RN:SME, 1995.

_____ Diretrizes para a Organização da Escolaridade em Ciclos. Natal/RN: SME, 2000.

_____ Diretrizes Específicas para as Escolas da Rede Municipal de Ensino. Natal/RN: SME, 2002.

ZABALA, A. A Prática Educativa: Como Ensinar. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

Funções e Coletivos Pensantes

Francisco Carlos Benedetti
Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba
UNESP – RIO CLARO

Introdução: softwares gráficos

O uso de calculadoras simples nas séries iniciais pode gerar dúvidas tais como: o aluno vai deixar de pensar ao usar a calculadora para efetuar as operações? De um modo semelhante os softwares gráficos também podem causar certo desconforto: o estudante deixa de pensar se basta digitar a lei da função e teclar *enter* que o gráfico aparece pronto?

Com a possibilidade de estes softwares representarem graficamente inúmeras funções de maneira rápida e prática, o aspecto visual das funções pode ser melhor explorado em relação às situações onde se privilegia a mídia lápis-e-papel, como ressalta Borba (1993, 1994,1995,1999).

Neste artigo apresento um panorama do desenvolvimento de minha pesquisa de mestrado, cujos objetos de estudo são as maneiras como estudantes de ensino médio trabalham com as diversas representações de funções.

Graphmatica foi o software utilizado para que os estudantes trabalhassem com funções diversas, através de gráficos, fórmulas e tabelas, juntamente com outras mídias presentes. Como há várias pesquisas que envolveram softwares e funções, opto por enfatizar aqui os aspectos teóricos e metodológicos que diferenciam minha pesquisa das demais realizadas.

Nos últimos anos a emergência de softwares gráficos tem proporcionado reflexões a respeito da participação destes nos processos de ensino e aprendizagem de funções, bem como em pesquisas mais gerais que envolvem tecnologias e educação matemática. Além do aspecto gráfico, estes softwares oferecem também tabelas que apresentam alguns cálculos; valores de x e de y são disponibilizados em colunas, fornecendo-se assim exemplos de pares ordenados das funções digitadas.

Acredito que os processos de ensino e aprendizagem de função podem ser melhor trabalhados através da exploração de suas diferentes representações. Neste sentido, Borba (1999) aponta que, com mídias informáticas, nas quais se incluem os softwares gráficos, a ênfase algébrica dada ao estudo de funções pode ser substituída por uma "atenção maior à coordenação entre representações algébricas, gráficas e tabulares (BORBA, 1999, p. 293)".

Investigando como as representações múltiplas de funções podem ser trabalhadas por estudantes de ensino médio, com a atuação de um destes softwares e de outras mídias, como lápis-e-papel e oralidade, cheguei à elaboração da pergunta diretriz de minha pesquisa: como aspectos algébricos, gráficos e numéricos de funções são trabalhados por estudantes, mídias e professor-pesquisador?

Funções

Observando como o tema "função" é abordado em boa parte dos livros didáticos, pode-se notar um predomínio do estudo das lineares e quadráticas na 8ª série e no 1° ano do

Ensino Médio, que permanece e se estende no trabalho com inequações de 1° grau, de 2° grau e tipo produto/quociente. Somente após estudar estes temas é que aparecem, no conteúdo programático do 1° ano, funções diferentes destas duas, como exponenciais, logarítmicas e modulares.

Em minha prática como professor de Ensino Médio tenho observado que, mesmo despendendo um tempo considerável no ensino de funções de primeiro e segundo graus, muitas dificuldades na aprendizagem são verificadas. A partir desta constatação, iniciei esta pesquisa com uma conjectura pessoal na qual a manipulação de um maior número de exemplares de funções, ampliando o campo de estudo das lineares e quadráticas, cria apreciáveis possibilidades no estudo de suas diversas representações.

Seguindo este propósito, o software Graphmatica participa desta pesquisa a fim de que sejam exploradas suas potencialidades em desenhar funções lineares, quadráticas e de diversas classificações, como $y = x^3$, $y = \frac{1}{x}$ e $y = \sqrt{x}$.

Porém, pude observar nas filmagens do trabalho de campo, desde os pilotos, uma característica marcante: a diferença acentuada entre as maneiras dos estudantes agirem com as mídias disponíveis. O computador nem sempre atua como uma mídia de destaque em relação às outras, mas constitui um pensamento em rede que envolve também lápis-e-papel, calculadora, oralidade, gestos...

Coletivo pensante

Baseando-me na relevância das interações em processos de ensino e aprendizagem, utilizo a idéia proposta por Lévy (1993, 1999) das mídias como condicionantes do pensamento humano. Este autor desenvolve a noção de coletivo pensante, através do conceito de rede hipertextual, ultrapassando o caráter linear do pensamento: "[...] O pensamento se dá em uma rede na qual neurônios, módulos cognitivos, humanos, instituições de ensino, línguas, sistemas de escrita, livros e computadores se interconectam, transformam e traduzem as representações" (LÉVY, 1993, p. 135).

Entendo que o pensamento que o ser humano manifesta não o faz mediante uma característica exclusivamente individual, cerebral, independente daquilo que acontece ao seu redor; o pensamento se dá com alguém ou alguma coisa. Enquanto escrevo este texto, escrevo-o com os autores indicados e suas idéias, escrevo-o com meu microcomputador, com minhas notas de campo...Creio que o verbo pensar, nestes termos, deve ser usado também no sentido de pensar com, além do sentido de pensar em. "A consciência é individual, mas o pensamento é coletivo" (LÉVY, 1993, p. 170).

Discutirei mais em minha dissertação a participação do Graphmatica nas atividades, já que o computador é a mídia mais "recente" que as outras nas atividades de ensino e aprendizagem, mas considerarei também a influência das mídias tradicionais, como a oral e a escrita.

O trabalho de Lévy (1993, 1999) enfoca aspectos filosóficos e sociológicos do contexto computacional, os quais se estendem a outros campos, como o educacional. Neste sentido, Lévy acredita que "[...] a multimídia interativa, graças à sua dimensão reticular ou não linear, favorece uma atitude exploratória, ou mesmo lúdica, face ao material a ser assimilado. É, portanto, um instrumento bem adaptado a uma pedagogia ativa" (1993, p. 40).

Seguindo este autor, considero que o computador não é um mero extensor do conhecimento humano, mas um dos constituintes de uma rede, que engloba alunos, professor e mídias, alimentada por um intenso processo de ensino e aprendizagem:

"O computador, ou ainda o arranjo composto pelo papel, o lápis e o alfabeto formam micromódulos relativamente coerentes que vêm juntar-se, como nós suplementares, a numerosos outros nós semi-independentes de uma rede cognitiva ao mesmo tempo pessoal e transpessoal." (LÉVY, 1993, p.172).

Ou seja, Lévy entende que o pensamento é realizado por um coletivo de homens-coisas, de forma que não é possível fragmentar este pensamento em partes, as quais teriam origem no homem ou na mídia. O pensamento ocorre mediante ambos, e torna-se muito difícil imaginá-los separadamente.

Esta *modelagem recíproca* entre as coisas e o homem é detalhada em Borba (1999, 2000), que analisa tanto o conjunto constituído por seres humanos e computador como também por todos estes e por mídias diversas; utiliza, numa extensão da noção de "homens-coisas" de Lévy, a metáfora "seres-humanos-com-mídias", realçando a quebra da dicotomia sujeito-objeto, que separa os seres humanos das técnicas, como se fosse possível imaginar, nos dias de hoje, a existência de ambos isoladamente.

Neste sentido, Lévy afirma que, "[...] Criação e uso são, na verdade, dimensões complementares de uma mesma operação elementar de conexão, com seus efeitos de reinterpretação e construção de novos significados" (1993, p. 58). Trazendo esta modelagem recíproca para o âmbito educacional de minha pesquisa, analisarei como ocorre a construção – ou a reconstrução – de noções matemáticas com a atuação das mídias já mencionadas.

Articulo a seguir a maneira como estudantes, professor-pesquisador, mídias e funções constituíram-se em coletivos pensantes, engajados em processos de ensino e aprendizagem.

Metodologia

Minha intenção inicial foi trabalhar com todos os estudantes de uma classe, porém seria difícil o registro dos dados; resolvi então trabalhar com pares de estudantes separadamente. Através de estudos piloto pude observar que gravações em áudio e anotações em forma de diário não seriam suficientes para minhas apreciações; recorri a gravações em vídeo, cuja riqueza de detalhes dos episódios têm facilitado suas análises.

Tais análises se referem ao método qualitativo de se investigar, o qual aqui se justifica pela importância concedida às características do contexto do estudo e ao processo pelo qual se desenvolve toda a pesquisa.

Duplas de estudantes de 1° ano do Ensino Médio participaram de atividades que envolveram construções de gráficos junto ao Graphmatica. Estas atividades foram realizadas mediante roteiros previamente preparados – as fichas de trabalho – que tiveram perguntas abertas para favorecer as interações entre os atores humanos e não humanos de cada grupo participante da pesquisa. Esta estratégia metodológica qualitativa de pesquisa é chamada por alguns autores de *experimentos de ensino*.

Experimentos de ensino – EE – são as associações entre um ou alguns estudante(s) e professor- pesquisador, engajados em atividades de pesquisa e aprendizagem, acompanhadas de instrumentos de registro - vídeo, gravador - e métodos de pesquisa - observação participante, entrevista, fichas de trabalho, documentos. "No experimento de ensino construtivista, o pesquisador atua como professor e geralmente interage com os estudantes, individualmente ou em pequenos grupos" (COBB, 2000, p. 311).

Não é um procedimento padronizado, mas uma estratégia que visa explorar a matemática dos estudantes através de uma seqüência de atividades construídas a partir de hipóteses em situações de ensino e aprendizagem. Assemelha-se à entrevista clínica de Piaget, onde o pesquisador busca analisar os conhecimentos prévios dos estudantes; o que diferencia o experimento de ensino da entrevista clínica é a ênfase que deposita sobre o processo, focando-se menos na avaliação do conhecimento do estudante, como realçam Steffe e Thompson (2000):

[...] Por envolver experimentação com os diversos modos de influenciar o saber matemático dos estudantes, o experimento de ensino é mais que uma entrevista clínica. Considerando que esta visa compreender o conhecimento corrente dos estudantes, o experimento de ensino é direcionado para a compreensão do progresso que estes apresentam em períodos determinados (p. 273).

Ao se discutir sobre EE no âmbito da metodologia em pesquisa qualitativa, uma dúvida parece ser freqüente: em que aspectos os EE podem tornar válidas as conclusões de uma pesquisa? Ou melhor, até que ponto as conclusões que o pesquisador obtém ao final dos experimentos podem ser estendidas para a sala de aula?

Acredito que nesta estratégia, como qualquer outra em pesquisa qualitativa ou quantitativa que envolva ensino e aprendizagem, há aspectos que podem ser estendidos à sala de aula e há aqueles que ficam restritos ao domínio do ambiente de pesquisa.

O fato de ter escolhido dois alunos para cada experimento, de certa forma, aproxima o ambiente da pesquisa com o de uma sala de aula, mais freqüentemente, quando esta é um laboratório de informática. Em aulas que envolvem computadores normalmente os alunos se agrupam em duplas ou turmas pequenas por micro.

Foram realizados três EE e cada um deles contou com uma dupla de estudantes do primeiro ano do ensino médio. Desempenhei o papel de professor-pesquisador em cada coletivo pensante constituído por professor-pesquisador, estudantes e mídias, sendo que houve, para dois destes coletivos, cinco encontros; três encontros se realizaram para o terceiro coletivo pensante.

Várias perguntas que fiz aos estudantes foram previamente preparadas, mas a maioria dos questionamentos ocorreu numa interação natural com os alunos e com as mídias, como se caracteriza o pensamento em rede de um coletivo pensante.

A seguir apresento um exemplo de coletivo pensante constituído por mim, Andrei, Gian, computador, lápis-e-papel, *flipchart*, oralidade, gestos, etc, ilustrando um pensamento em rede, como propõe Lévy, numa produção de matemática com gênese nas minhas indagações e

numa conjectura inicial dos estudantes, num processo alimentado pelas articulações de seres humanos com as mídias.

O "teorema" AG-GA

Analisando as similaridades dos gráficos gerados a partir das expressões analíticas $y=x^2$ e $y=x^3$ – figura 1 – os alunos Gian e Andrei haviam observado que os eles se interceptavam no mesmo ponto (1,1); perguntei então se havia um cálculo que provaria que isto era verdade, esperando que substituíssem x por 1 e fizessem os cálculos $y=1^2$ e $y=1^3$. Em outro experimento, um dos estudantes aplicou uma seqüência de *zoom* na proximidades do ponto (1,1) como meio de concluir visualmente que a hipótese inicial era verificável.

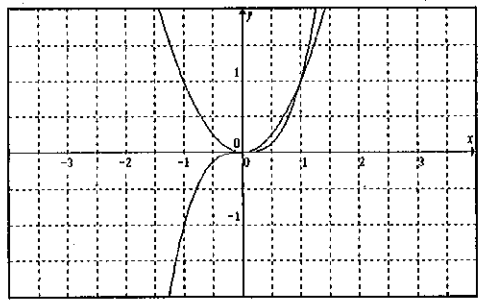


fig.1: os gráficos de $y=x^2$ e $y=x^3$

Os estudantes tentavam deduzir um comportamento geral para funções do tipo $y = a.x^n$; quando Gian afirmou que se o coeficiente **a** vale 2, por exemplo, então o gráfico "passa" pelo ponto (2,2); com o Graphmatica, através dos gráficos de $y=2x^2$ e $y=2x^3$, verificam que é o ponto (1,2) e não (2,2) que pertence aos gráficos dessas funções, desapontando-os por um instante.

Presumiram, em seguida, que gráficos de funções da forma $y = a.x^n$ contêm o ponto (1,a), qualquer que seja o valor de **a**; o debate sobre esta conjectura foi alternado com discussões envolvendo formas completas de funções de 1°, 2° e 3° graus. Insisti, evidenciando minha "veia algébrica", na busca de um modo que demonstrasse que a hipótese de Andrei e Gian, que acabou se "transformando" em teorema, era verdadeira.

A mídia escrita priva-nos de muitos detalhes desta interação. As imagens, os sons, os gestos e as expressões usadas por este coletivo enriquecem demasiadamente o episódio, não sendo possível apresentar tais itens neste artigo. A conjectura de AG-GA – iniciais dos estudantes – recebeu comicamente o status de "teorema", refletindo de modo bem humorado a forma com a qual o grupo encarou o desafio algébrico proposto por mim, a partir de uma hipótese de Gian.

Perguntei "quais as similaridades e diferenças entre os dois gráficos?" com a finalidade de iniciar a ficha de trabalho e rever os conceitos de domínio e imagem de funções. O foco de tal atividade estava nas questões seguintes, mas uma questão imaginada pelos estudantes levou a discussão para um aspecto matemático que não foi previsto.

Numa análise inicial deste episódio, considerei que esta minha pergunta possui um caráter estático, já que podia ser respondida sem "grandes" interações com o Graphmatica, como o uso do *zoom* ou da barra de rolagem; talvez fosse suficiente a digitação dos dois gráficos citados, seguidas de observações visuais ou algébricas.

Mas a plasticidade do pensamento coletivo, condicionada, entre outras coisas, pela plasticidade do software, fez com que outros gráficos fossem esboçados e outra questão tomasse um lugar central nas discussões. Nota-se neste episódio a característica multidirecional do pensamento em rede.

Outro aspecto que pude observar foram as diferenças de pontos de vista em relação à demonstração: quando convidei os estudantes a "provar" que funções do tipo $y = a.x^n$ passam pelo ponto (1,a), esperava que o fizessem substituindo a variável x por 1; a verificação visual dos gráficos de $y=x^2$, $y=x^3$, $y=2x^2$, $y=2x^3$, $y=4x^2$ e $y=4x^3$ era suficiente a eles na confirmação da conjectura. Pensando em termos de múltiplas representações, a mídia informática está bastante ligada ao aspecto visual das funções – gráfico; este episódio ilustra o papel importante que teve a visualização associada à experimentação.

Creio que é importante realçar, no entanto, que a mídia lápis-e-papel também atuou em momentos em que o visual integrava as discussões: Andrei desenhou o gráfico de $y=2x^2$ no papel, utilizando-se de vários pontos obtidos em sua maioria com a ajuda da calculadora, construindo sua própria tabela, ignorando aquela que o Graphmatica podia lhe oferecer.

Considerações finais

O coletivo onde o livro didático e o professor constituem-se nos centros principais e quase permanentes do pensamento em rede, com prática pedagógica que pressupõe a hegemonia destes centros, faz com que vários *nós* desta rede se movimentem pouco, sejam pouco acionados, atuem pouco no processo de construção de saberes, matemáticos ou não.

Como exemplos destes nós que se inibem no pensamento em rede temos o conhecimento do estudante, a sua facilidade com o visual e/ou com o algébrico, o seu modo de explicar melhor com a oralidade do que com a escrita – ou o contrário – e as suas habilidades diversas.

Um ambiente com diversas mídias, com atores humanos e não humanos constituindo um pensamento coletivo onde os centros são variáveis parecem proporcionar maiores condições de aprendizagem. Por vezes estive num dos centros da rede, como nos momentos em que interferia na conduta dos estudantes ao insistir na prova algébrica da conjectura AG-GA. Os aspectos algébricos de funções também estiveram, nesse momento, ocupando uma posição central. "É só traçar [vários gráficos] aqui, Chico!", justifica Gian apontando o monitor, deslocando o centro da rede para si e para o aspecto visual.

Este episódio, associado a outros de minha pesquisa, está me proporcionando reflexões pautadas na diversidade característica dos coletivos pensantes; por ora, julgo que esta diversidade deve ser incentivada em aulas de matemática, mediante a cooperação entre os seres humanos e a disponibilidade das diversas mídias. E é nesta diversidade que estou iniciando a análise dos dados de meu estudo.

Bibliografia

BORBA, M. C. GPIMEM e UNESP: Pesquisa, Extensão e Ensino em Informática e Educação Matemática. In: PENTEADO, M. G.; BORBA, M. C. (org). A informática em ação: formação de professores, pesquisa e extensão. São Paulo: Olho d'Água, 2000. p. 47-66.

BORBA, M. C. Computadores, Representações Múltiplas e a Construção de Idéias Matemáticas. Bolema, 1994, v. 3, pp. 83-101, 1994.

BORBA, M. C. Funções, Representações Múltiplas e Visualização na Educação Matemática. In: 1° SEMINÁRIO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DO RIO DE JANEIRO. IM – UFRJ, 1993. Anais. Rio de Janeiro: IM – UFRJ, 1995. p. 71-90.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M.G. Informática e Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. 104p. (Tendências em Educação Matemática, 2).

BORBA, M. C. Students' understanding of transformations of functions using multi-representational software. 1993. Tese (Doutorado em Filosofia), Cornell University, Ithaca, Nova Yorque, EUA, 1993.

BORBA, M. C. Tecnologias Informáticas na Educação Matemática e reorganização do pensamento. In: BICUDO, M. A. V. (org). Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Pespectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999. Cap. 16, 285-295.

COBB, P. Conducting Teaching Experiments in Collaboration with Teachers In: LESH, R.; KELLY, A. E. (eds.). Research design in mathematics and science education. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 2000. p. 307-333.

LÉVY, P. As Tecnologias da Inteligência: O Futuro do Pensamento na Era da Informática. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. 203p.

LÉVY, P. A Inteligência Coletiva: por uma antropologia do ciberespaço. 3. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2000. 212p.

STEFFE, L. P., THOMPSON, P. W. Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In: LESH, R.; KELLY, A. E. (eds.). Research design in mathematics and science education. Hillsdale, NJ: Erlbaum. p. 267-307.

A História da Matemática no Ceará

Orientando: George Pimentel Fernandes, UFRN/URCA
Orientador: Dr. John A. Fossa, UFRN

Tema

A influência do positivismo na matemática do Ceará.

Justificativa

Inegavelmente, diversas obras retratam o positivismo no Brasil. Em particular, destacamos a importante obra da professora Circe Mary Silva da Silva, que retrata "(...) as relações entre positivismo, Matemática e ensino, e a interação entre positivismo e ensino de matemática no Brasil, no século XIX" (SILVA, 1999, p.13). Na pesquisa que desenvolvemos objetivamos a análise das relações citadas; todavia, delimitamos o campo de investigação ao Estado do Ceará.

A busca incessante de estudos sobre a História do Ceará, que tivesse um vínculo com a matemática, não tem produzido bons resultados. Nesse sentido pode-se afirmar que a presente investigação, que se encontra em fase de desenvolvimento, tem o caráter de ser um estudo inédito. Concomitante com essa perspectiva visamos o fornecimento de informações que estimulem o desenvolvimento de outras pesquisas.

A conclusão da 'história da matemática no Ceará', como tese de doutoramento, constituirá em um subsídio que integrará o projeto de historicização das ciências no Ceará; também poderá fornecer elementos para a construção da história da matemática no Brasil, que extrapole o eixo Rio-São Paulo.

Problema

A ênfase da nossa preocupação está na pergunta: Como aconteceu a influência da filosofia de Augusto Comte na matemática do Estado do Ceará, no final do século XIX e início do século XX?

A filosofia de Augusto Comte exerceu grande influência na matemática, em particular nas escolas militares (instituições onde aconteceu o ensino da 'matemática superior'). Tornam-se pertinente ao problema citado as indagações: a influência positivista na matemática do Ceará foi idêntica a que ocorreu no restante do país? (para esse tipo de questão torna-se relevante à análise da matemática da Escola Militar do Ceará, por que foi criada na mesma época que foi a do Rio de Janeiro). Por que foi necessário escrever livros didáticos de matemática para o Ceará? O que motivou a definição do programa de ensino de matemática?

Referencial Teórico

No desenvolvimento da historicização da matemática no Brasil (primeira parte da tese), consideraremos algumas obras clássicas: CASTRO (1992), SILVA (1992), SILVA (1999), VALENTE (1999) que, em conjuntos com outros textos (incluído artigos de revistas) e alguns

livros didáticos de matemática fundamentarão o conhecimento matemático desta parte. Outras obras de cunho social, pedagógico e de literatura fornecerão elementos que possibilitarão uma análise do desenvolvimento do conhecimento matemático no Brasil. A ênfase da abordagem teórica que caracterizará a tese está centrada na categoria positivismo. Limitaremos ao estudo da influência do positivismo francês, especificamente de Augusto Comte. Nesse sentido torna-se indispensáveis algumas considerações sobre a matemática de seu Curso de Filosofia. Autores brasileiros, como LINS (1967), A. PAIM (1974) e M. P. SOARES (1998) retratam em suas obras a filosofia positivista no Brasil. A refutação ao positivismo acontece, inicialmente com o trabalho de Otto de Alencar e em seguida outros assumem essa investida (ALENCAR SILVA, 1898; SILVA, 1991/2).

Ao tratar de uma temática inédita que necessariamente contempla a história do Ceará (SOUSA, 2000), torna-se necessário o resgate histórico da obras de historiadores do passado (como Barão de Studart e Antonio Bezerra), da literatura cearense (Dolor Barreira) e os dados obtidos em jornais antigos (O POVO). Em termos específicos, a análise da matemática do final do século XIX para início do século XX deve incluir as obras cearenses dos professores Marcondes Pereira e J. Silva.

Metodologia

No presente trabalho, será produzido um novo conhecimento que será resultado "da interação prática do sujeito com o objeto. Ela constitui uma forma teórica de apreensão do objeto pelo sujeito, nela se manifesta especialmente à natureza social do sujeito" (KOPNIN, 1978, p.223). Assim, o resgate histórico tem 'o olhar de quem investiga'. O que certamente permite que outros sujeitos com história de vida diferente, possam apresentar o mesmo objeto com outro 'olhar'.

Na perspectiva de representar a realidade com uma harmonia entre as diversas características que interferem na produção do conhecimento, elegemos o princípio da totalidade. Tal princípio coaduna com a análise de que a produção do conhecimento humano é um fato histórico; portanto, inadmissível que ocorra uma exclusão dos diversos elementos que interferem na formação do ser humano.

Considerando o desenvolvimento da matemática no Ceará, como "um todo integrado, em que as partes (o econômico, social, político, cultural, o individual, local, nacional, internacional, o objetivo, o subjetivo, etc.) não podem ser entendidos isoladamente, senão em sua relação com o conjunto" (HOLLIDAY, 1996, p.55), então, tornou-se necessária à apresentação da história do Ceará que retrate as partes formadoras da sociedade cearense. Essa retratação de longa duração caracteriza-se pela interação dos fatos. O que gera como conseqüência, a necessidade de um estudo sobre a história do Brasil tomando como marco a própria matemática. Em ambos casos – a abordagem histórica do Brasil e do Ceará – recorrem à investigação bibliográfica. Para o primeiro caso, a ênfase será o uso de fontes secundárias que retratam a história do Brasil / do Ceará, a história da matemática e a literatura brasileira; para o segundo, recorremos a obras raras que identificamos como fonte primária. Para a abordagem mais recente – últimas décadas – utilizaremos o uso de técnicas, como o questionário e a entrevista.

Ao pensar na história da matemática no Brasil, projetamos quatro períodos históricos (matemática jesuíta, matemática militar, matemática positivista e matemática institucional) que,

embora tenham um marco ao longo dos 500 anos, suas características não estão completamente delimitadas por um espaço de tempo, como acontece na tradicional periodização da história do Brasil.

A partir de uma visão geral da matemática no Brasil, enfocaremos a relação com os estrangeiros (portugueses, franceses, holandeses, ingleses) como forma de analisar a influência de outros países no desenvolvimento da matemática do Brasil. Em seguida, faremos uma abordagem sobre a influência francesa, ou seja, especificamente sobre a influência da filosofia positivista de Augusto Comte. Neste caso, além do estabelecimento da relação entre a filosofia positivista e a matemática no Brasil, destacaremos o declínio desta ao considerar o trabalho do cearense Otto de Alencar. As informações necessárias para contemplar esse aspecto do trabalho serão obtidas de fontes secundárias que tratam da matemática (e da ciência em geral) e do positivismo no Brasil. Quantas as fontes primárias recorremos aos textos – Cours de Philosophie Positiva – de Augusto Comte e de Otto de Alencar.

A abordagem sobre o desenvolvimento da matemática no Brasil, em particular a ênfase conceitual sobre o positivismo, servirá de fundamentação para a historicização da matemática no Ceará, em particular para o advento do positivismo no Ceará. Assim, trabalharemos com "(...) a história como um campo de possibilidades" (VIEIRA, PEIXOTO e KHOURY, 1998, p.43) onde estaremos atentos para não sacrificar os dados obtidos a uma generalização mais ampla, como o desenvolvimento do positivismo no Rio de Janeiro. Consideraremos três aspectos decorrentes da relação entre o positivismo e a matemática, no Ceará: a conceituação da matemática positivista, a posição que a matemática ocupa na formação do cidadão e a influência da matemática na definição do parâmetro de ciência.

Em seguida, trabalharemos com alguns temas desenvolvidos em livros didáticos de matemática, editados no Ceará, no final do século XIX e início do século XX, a partir da análise de conteúdo.

Na identificação documental recorreremos aos arquivos e bibliotecas, públicos e particulares.

Considerações Finais

O projeto de tese 'A História da Matemática no Ceará' encontra-se em fase de coleta de dados. A pesar da falta de uma política que valore a preservação das informações do passado, tem sido possível o resgate de algumas informações.

Momentaneamente, concebemos uma história influência do positivismo no Ceará e particularmente no ensino da matemática. Entretanto, já é possível prever que a nossa conclusão será parcial, visto que, os documentos de matemática não representam todas as informações relativas ao conhecimento matemático no Ceará. Também, consideramos um diferencial na relação do positivismo com a 'matemática superior', tendo em vista que a Universidade no Ceará tem sua fundação na década de 1950.

Bibliografia

ALENCAR SILVA, O. Alguns erros de matemática na síntese subjetiva de A. Comte. Rev. Esc. Pol., 2(10) : 113-130, 1898.

AMOROSO COSTA, A. Introdução à teoria da relatividade. Rio de Janeiro : Editora UFRJ, 1995.

BOLENTIM DA SOCIEDADE PARANAENSE DE MATEMÁTICA (2ª. série), v. 12/13, n. ½, 1991/2.

CASTRO, F. A matemática no Brasil. Campinas : Editora da Unicamp, 1992.

CRUZ, COSTA. Augusto Comte e as Origens do Positivismo: Origens da Filosofia e da Política de Augustos Comte. São Paulo : Companhia Editora Nacional, 1959.

HOLLIDAY, O. J. Para sistematizar experiências. João Pessoa : Editora Universitária / UFPB, 1996.

LAVILLE, C. e DIONNE, J. A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre : Editora Artes Médicas ; Belo Horizonte : Editora UFMG, 1999.

KOPNIN, P. V. A dialética como lógica e teoria do conhecimento. Rio de Janeiro : Editora Civilização Brasileira S. A., 1978.

LINS, IVAN. História do positivismo no Brasil. São Paulo : Companhia editora nacional, 1967.

PAIM, A. História das Idéias Filosóficas no Brasil. São Paulo : Grijaldo, Edusp, 1974.

SILVA, C. P. da A matemática no Brasil: uma história de seu desenvolvimento. Curitiba : Ed. Da UFPR, 1992.

_____ A contribuição de Otto de Alencar Silva para o desenvolvimento da ciência no Brasil. Revista da SBHC, n.19, p. 13-30, 1998.

_____ Otto de Alencar Silva versus Auguste Comte. Llull, vol. 18, p. 167-181, 1995.

_____ A. Comte: suas influências sobre a matemática brasileira.

SILVA, C. M. S. da. A matemática positivista e sua difusão no Brasil. Vitória : EDUFES, 1999.

SOUZA, S. de. (Org.) Uma nova história do Ceará. Fortaleza : Edições Demócrito Rocha, 2000.

SOARES, Mozart Pereira. O positivismo no Brasil: 200 anos de Augusto Comte. Porto Alegre : AGE : Editora da Universidade, 1998.

VALENTE, W. R. Uma história da matemática escolar no Brasil (1730-1930). São Paulo : Annablume : FAPESP, 1999.

VIEIRA, M. do P DE A., PEIXOTO, M. do R. da C., KHOURY, Y. M. A. A pesquisa em História. São Paulo : Ática, 1998.

O Papel das Interações Sociais na Aprendizagem de Gráficos de Barras

Gilda Guimarães (UFPE)
Verônica Gitirana (UFPE)
Antonio Roazzi (UFPE)

O papel das interações sociais vem sendo cada vez mais valorizados pelos educadores como uma forma de permitir aos alunos construírem seus conhecimentos. Entretanto esta é, ainda, uma questão que vem sendo investigada em diversos campos de estudos. A literatura aponta que vários fatores interferem nas diferentes formas de interação: o fato de a dupla ser simétrica ou assimétrica, o nível de desnivelamento destas, o conhecimento que um parceiro tem do potencial do outro, o poder de argumentação dos parceiros, a familiaridade entre os parceiros, a motivação, o sexo, a idade, o feedback dado pelo experimentador, o funcionamento do grupo e o conceito que se estuda. Tais fatores têm sido investigados no sentido de esclarecer se o trabalho em grupo é mais efetivo do que o trabalho individual para a aprendizagem e, quem são os beneficiados na interação.

Esse artigo discute alguns resultados da Tese de doutoramento "Interpretando e Construindo Gráficos de Barras" (Guimarães, Roazzi e Gitirana; 2002) quanto ao papel da Interação aluno/aluno na interpretação/construção de representações através de gráficos e/ou tabelas com alunos de 3ª série do Ensino Fundamental.

Perret-Clemont (1978) argumenta que se os sujeitos divergem de opinião, esse já é um fator que pode desencadear conflitos e mudanças. Esse tipo de situação leva os sujeitos a tomarem consciência de que existem respostas diferentes e, portanto, é preciso refletir sobre elas. Doise e Mugny (1984) também observaram que dois alunos que num primeiro momento individual davam respostas inadequadas, quando trabalharam em dupla, acertaram. Esses autores explicam que a situação provocou um conflito inter-sujeitos que gerou conflitos intra-sujeitos.

Tudge (1992) põe em questão a importância da forma da explicitação. O autor afirma que o parceiro mais avançado contribui quando consegue colocar suas razões para o colega em um nível apropriado do pensamento do parceiro. Kieran e Dreyfus (1998) também observaram que quem não sabia não apresentou mudanças. O mais forte não conseguiu ajudar o mais fraco uma vez que o mais fraco não compreendeu a lógica do mais forte ou não houve explicações ou que essas não foram suficientes. Entretanto, as autoras observam que quem melhorou era quem já sabia, uma vez que esses tiveram que organizar o seus pensamentos ou torná-los consciente para explicitá-los. Como afirma Azmitia (1993), os pensamentos dos sujeitos na interação não são independentes. É muito difícil saber quando é que um percebeu quando o outro construiu uma competência.

De outro lado, Russell et al (1990) investigaram se de fato duas crianças ao negociarem suas diferentes concepções sobre uma situação conseguem melhores resultados do que se estivessem trabalhando sozinhas. Esses observaram que as crianças que trabalharam sozinhas saíram-se melhor do que as em duplas simétricas. Dessa forma, o simples fato de ter colocado as crianças em interação não foi um fator determinante para um melhor desempenho. Dessa forma, a interação per si não foi fator determinante para um melhor desempenho. Se melhoraram, é porque a situação, em si, provocou reflexões.

Nesse estudo buscamos investigar qual o papel das interações na aprendizagem de um conteúdo específico - a aprendizagem da interpretação/construção de gráficos de barras. Em trabalho anterior (Guimarães, Gitirana e Roazzi; 2001) já havíam investigado como alunos de 3ª série realizavam a interpretação/construção de dados nominais e ordinais representados em gráficos de barra e a relação entre interpretação e construção. Foi observado que os alunos apresentaram facilidade em localizar pontos extremos independentemente do tipo de variável, demonstrando que eram capazes de realizar leituras pontuais. Entretanto, quando a interpretação exigia a compreensão variacional, os alunos apresentaram dificuldades, principalmente, a partir de dados ordinais, mostrando que os mesmos conseguem apenas realizar uma interpretação pontual e não variacional. Porém, quando foram solicitados a extrapolar os dados apresentados no gráfico, metade dos alunos apresentaram uma habilidade em realizar uma análise global dos dados. Essa mesma dificuldade foi encontrada para a construção dos gráficos a partir de uma tabela. A utilização de barras para a representação dos dados nominais foi mais fácil do que para a representação dos dados ordinais, entretanto, é importante ressaltar que as grandezas dos números envolvidos eram diferentes e, portanto, implicavam em diferentes organizações. Assim, a compreensão dos alunos em relação a escala apresentou-se difícil tanto na interpretação como na construção.

A partir dessas observações, resolvemos, então, investigar se essas dificuldades poderiam ser superadas a partir de uma reflexão em duplas. Assim, nosso objetivo nesse estudo foi investigar se a partir dessa interações entre as crianças ocorreriam avanços na aprendizagem da interpretação/construção de gráficos de barras.

Metodologia

Fizeram parte do estudo 40 alunos de 3ª série de Jaboatão dos Guararapes – Pernambuco. Da amostra, 24 alunos trabalharam em duplas (8 duplas forte/fraco e 4 duplas fraco/fraco) e 16 individualmente (8 fortes e 8 fracos). A classificação desses alunos em forte ou fraco foi efetivada a partir do desempenho dos mesmos em um pré-teste. As duplas foram organizadas tendo sempre alunos de salas diferentes para que vivências anteriores com os colegas não pré-moldassem as relações. Todos os alunos foram solicitados, pelo experimentador, a resolverem cinco atividades: interpretação de gráfico com dados nominais, interpretação de gráfico com dados nominais mas com múltiplos valores para cada descritor, interpretação de gráfico com dados ordinais, construção de gráfico a partir de uma tabela com dados nominais e construção de gráfico a partir de uma tabela com dados ordinais.

> *Visando avaliar a estrutura relacional entre as atividades que avaliavam a interpretação de gráficos de barra com dados nominais, ordinais e nominais com múltiplos valores para cada descritor, além das atividades que avaliavam a construção de gráficos de barra a partir de dados nominais e ordinais, realizamos uma análise multidimensional denominada Análise da Estrutura de Similaridade ('Similarity Structure Analysis' SSA - Borg e Lingoes, 1987), que faz parte da série de programas não-métricos 'Guttman-Lingoes' fundamentada nos trabalhos de Louis Guttman (ver Roazzi, 1995).*

Buscando localizar espacialmente as variáveis externas foi utilizada a "técnica das variáveis externas como pontos". Essa técnica possibilita integrar sub-populações nos mapas ou projeções como pontos na estrutura interna representada na projeção SSA que permanece inalterada.

Resultados

Encontramos avanços, estagnações e retrocessos tanto para alunos organizados em duplas como para alunos que trabalharam sós. Essas variações foram encontradas tanto para duplas onde só havia alunos considerados fracos como para as duplas onde havia um forte e um fraco. Os tipos de relações interpessoais encontrados (interação pragmática, regulagem mútua, complementação, domínio de um aluno e pseudo-interação) ocorreram nos diferentes tipos de dupla, ou seja, independente do nível de compreensão dos conceitos em questão.

Nossos resultados nos mostram que tanto nas duplas assimétricas, em que um aluno era fraco e o outro forte, como nas duplas simétricas, em que os dois eram fracos, houve desempenhos que levaram ao acerto ou ao erro. Doise e Mugny (1984) e Perret-Clemont (1978), como nós, observaram que dois alunos que num primeiro momento individual deram respostas inadequadas, quando trabalharam em dupla, acertaram.

Observamos, também, que em algumas duplas o aluno forte liderava as negociações e em outras duplas era o aluno fraco quem liderava. Diferentemente do estudo de Hoyles, Healy e Pozzi (1994), onde as alunas consideradas boas eram sempre consultadas pelos colegas, nossos alunos que desconheciam sobre as capacidades escolares dos parceiros pois pertenciam a salas diferentes, o domínio de conhecimento não necessariamente levou o aluno a dominar a situação. Acreditamos que vários outros fatores foram priorizados como, por exemplo, uma personalidade mais dominadora, uma maior organização de um dos alunos ou mesmo uma determinação de um dos alunos em cumprir a tarefa proposta.

Perelman e Olbrechts-Tyteca (1999) afirmam que a força dos argumentos depende do orador, do seu espírito, humor, talento, prestígio e poder de sugestão. A força dos argumentos depende do contexto de como os alunos julgam a qualidade dos argumentos. A aprovação é exatamente o critério de julgamento. O critério é persuasão. A qualidade está na finalidade e não na estrutura.

Com essas observações, não temos a intenção de definir qual o tipo de dupla que deve ser composta, pelo contrário, estamos levantando que existem diferenças entre elas e que essas devem ser consideradas no momento de opção dos professores em função das atividades que estão desenvolvendo.

A função do professor é saber avaliar o que seu aluno construiu sobre um determinado conhecimento e essa, na verdade, não é uma tarefa fácil. Responder a questão de quais condições conduzem maior crescimento ainda é um desafio. Acreditamos que a riqueza da aprendizagem esteja na variação de situações de acordo com os objetivos. Variação da natureza dos pares, dos tipos de interação, das tarefas ou das afinidades dos parceiros. Mas com certeza é necessário que haja uma questão a ser investigada e que haja conflitos para que se gerem mudanças.

Mas esses conflitos precisam ser inter-sujeitos? Se concordarmos com esses argumentos levantados acima, temos que concordar que os alunos que trabalham só na resolução de uma questão, não passam por essa exposição ao conflito e então não deveriam melhorar. Entretanto, como Russell et al (1990), encontramos alunos que trabalharam sozinhos e saíram-se melhor do que os em dupla.

A partir de uma análise da estrutura de similaridade entre as tarefas – SSA (Figura 1), considerando a faceta estrutura lógica e tipo de variável, obtivemos como resultado o tipo de estrutura Modular. O mais importante a ser ressaltado ao descrever este tipo de estrutura é a

natureza ordenada da mesma. Neste sentido, precisa ser considerado que quanto mais centrais forem os pontos (que definem uma determinada faceta) mais acentuada é a correlação com os demais pontos/facetas, indicando uma estrutura hierarquicamente estruturada. No centro do mapa, encontram-se as questões referentes à região que podemos denominar "Interpretação do gráfico nominal com múltiplos valores". Essa localização no centro da projeção indica que essa atividade se coloca como central para os demais conceitos. Assim, podemos dizer que a compreensão dos conceitos investigados nela desempenham uma papel muito importante na compreensão dos demais conceitos por nós investigados.

Seguindo do centro para a periferia, encontramos as facetas que envolviam as tarefas referentes à "interpretação a partir de dados nominais", seguida pelas tarefas referentes à construção de um gráfico a partir de dados nominais, à construção de gráficos a partir de dados ordinais e, finalmente, à interpretação de gráficos a partir de dados ordinais. Realizando uma observação mais global da projeção SSA, percebemos que as atividades que envolviam variáveis nominais encontram-se mais ao centro do escalograma e as variáveis ordinais mais nas extremidades. Essas localizações nos ajudam a pensar como organizar seqüências de aprendizagem que melhor levem os alunos à compreensão de representações gráficas.

A análise da variável externa tipo de interação mostrou não haver diferenças marcadas entre os quatro grupos de alunos. De fato, na projeção considerando os pontos que representam os grupos de alunos que trabalharam só, fracos ou fortes, e os grupos de alunos que trabalharam em duplas (dois alunos fracos ou um aluno fraco e outro forte), os mesmos estão localizados muito próximos entre si e no centro da projeção. Esses resultados nos mostram que o tipo de interação não afetou o nível de desempenho nas diferentes atividades. Assim, apesar de encontrarmos diferenças entre os grupos em relação ao desempenho dos alunos nas diferentes tarefas, essas diferenças não foram consideradas relevantes a partir da análise de Estrutura de Similaridade (SSA) das tarefas relativas às atividades sobre as representações gráficas, considerando como variável externa o tipo de condição.

Uma análise do tipo de estrutura de similaridade nos parece uma importante ferramenta de investigação, pois a mesma nos ajuda a compreender a correlação que existe entre o desempenho das diversas tarefas, diferentemente de outras análises que são capazes, apenas, de comparar os percentuais ou médias de acerto. Dessa forma, nossos resultados podem ser compreendidos em comparação apesar das diferenças entre as atividades. Podemos argumentar quais são as atividades em que o desempenho dos alunos apresenta correlação, ou seja, quando uma atividade propicia a aprendizagem da outra ou quando os conceitos que envolvem as atividades apresentam similaridades.

A interferência do pesquisador

A compreensão de uma variação representada no gráfico ou na tabela foi um dos conceitos que os alunos apresentaram maiores dificuldades. Entretanto, observamos que essa dificuldade era mais acentuada quando não havia aluno considerado forte. Assim, os alunos fortes que trabalharam sós ou em dupla apresentaram melhor desempenho. Para nós, esses dados nos mostram que essa é uma habilidade possível de ser realizada por alunos com essa faixa etária, mas que nem todos tiveram, ainda, a oportunidade de compreendê-la.

Buscando observar melhor o papel das interações, resolvemos investigar como esse conceito poderia ser melhor compreendido se houvesse também uma relação pesquisador/alunos.

Apesar de nossos dados mostrarem como foi difícil para os alunos compreenderem um aumento expresso em uma tabela, desconfiávamos que esse conceito poderia ser possível de ser compreendido pelos mesmos. Resolvemos, então, buscar outros alunos com a mesma faixa etária, e propor essa situação para outras duplas. Nessa situação, a experimentadora fez algumas intervenções para saber em que os alunos poderiam avançar a partir de algumas explicações. Vejamos o que foi dialogado para podermos interpretar:

A atividade apresentava uma tabela com o peso de dois bebes durante três meses e solicitava que os alunos respondessem quem havia crescido mais e construíssem um gráfico de barras (era fornecida uma malha quadriculada). A dupla "J" e "P" deu como resposta o bebe que apresentava maior peso ao final dos três meses. Diante disso a pesquisadora argumenta:

Pq: Deixa eu contar uma história. Eu tinha duas amigas. Uma delas media 1 metro e 50 e a outra 1,60, no ano passado. Esse ano a que media 1,50 mede 1,65 e a outra que media 1,60 também mede 1,65. Quem que cresceu mais durante esse ano?

J: Nenhuma.

Pq: Oh! Uma tinha 1,50 e a outra 1,60, agora as duas tem 1,65. Quem cresceu mais?

J: Foi a que tinha 1,50.

P: Porque uma cresceu 5 e a outra cresceu 15.

Pq: E aqui nessa história (referindo-se aos bebes) será que não dá pra pensar do mesmo jeito que você está pensando?

(a dupla começa a fazer as contas de quanto aumentou)

J: Oh! 47 para 55, depois vai crescer para 59. (faz a outra conta)

A: Ah! Manu.

Começam a representar no gráfico colocando duas barras onde os valores que aumentaram vão se sobrepondo.

Pq: Como você sabe que esse cresceu aqui? (apontando para a barra)

J: Aqui, oh! A gente vê.

Pq: Quanto vale?

A: 47.

Pq: Como é que a gente sabe que vale 47?

J: Eu acho que precisa botar aqui número. Eita botei errado!

A: Coloca aqui oh! Tem que começar no 47.

Como podemos ver, essa dupla mostra que essa relação não é tão difícil de ser compreendida. Após um exemplo que consideramos mais familiar, compreendem o que se

pede e transferem o mesmo raciocínio para a situação anterior a qual haviam respondido de forma inadequada. Parece que a comparação e as questões da pesquisadora foram suficientes para as duas alunas (forte e fraca) compreenderem o que estava sendo solicitado.

Assim, estudos futuros poderão investigar melhor essa questão.

Conclusão

Nossos resultados mostraram que o tipo de interação não afetou o nível de desempenho dos alunos nas diferentes atividades. Encontramos avanços, estagnações e retrocessos tanto para alunos organizados em duplas (simétricas e assimétricas) como para alunos que trabalharam sós. Acreditamos que vários fatores podem interferir no desempenho dos alunos como, por exemplo, uma personalidade mais dominadora, uma maior organização de um dos alunos ou mesmo uma determinação de um dos alunos em cumprir a tarefa proposta.

Com isso não estamos querendo argumentar que trabalhos em duplas ou mesmo em pequenos grupos não devam ser incentivados, nos parece indiscutível que é nas interações entre as pessoas que os conhecimentos são construídos. Acreditando nessa perspectiva, foi que ao nos defrontarmos com uma grande dificuldade dos alunos em compreender uma variação representada no gráfico ou na tabela e, observar que essa dificuldade era mais acentuada quando não havia aluno considerado forte, que investimos numa outra situação experimental, na qual o experimentador levava os alunos a refletirem sobre suas respostas, e encontramos indicativos que essa dificuldade não é tão difícil de ser compreendida.

Bibliografia

Azmitia, M. e Hesser, J. (1993). Why siblings are important agents of cognitive development: a comparison of siblings and peers. Child Development, 64, 430-444.

Doise, W. e Mugny, G. (1984). The social development of the intellect. Oxford: Pergamon.

Guimarães, G.L, Gitirana, V. e Roazzi, A. (2001). Interpretando e Construindo Gráficos. 24ª Reunião Anual da ANPED. Caxambu.

Hoyles, C., Healy, L. e Pozzi, S. (1994). Homing in on data handling: a case study. Computers in New Zealand Schools, 3, (6).

Kieran, C. e Dreyfus, T. (1998). Collaborative versus individual problem solving: entering another's universe of thought. In Proceeding 22nd Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, (3), pp 112-119, South Africa.

Perelman, C. e Olbrechts-Tyteca, L. (1999). Tratado da Argumentação – a nova retórica. Martins Fontes, são paulo.

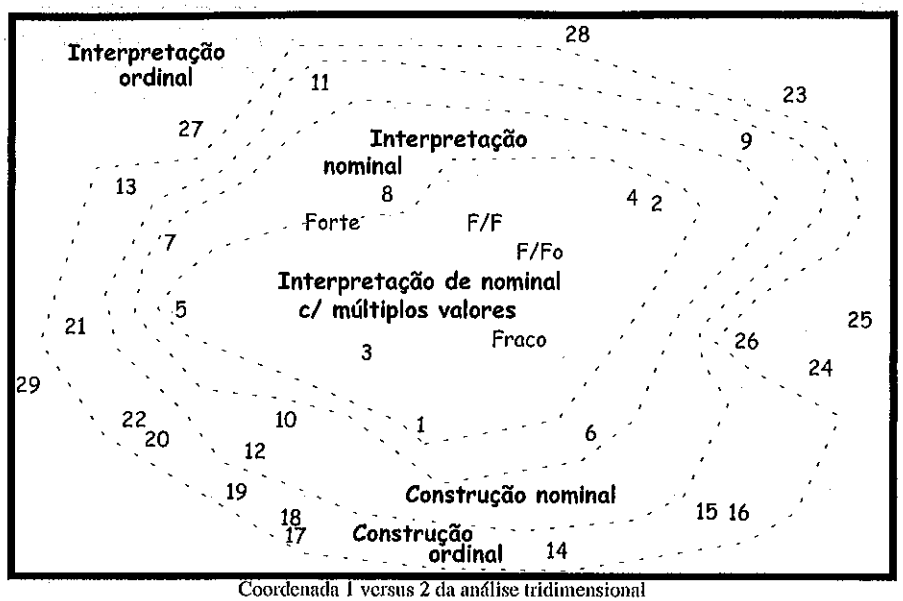
Perret- Clermont, A.N. (1978). A construção da inteligência pela interação social. Trad. de E. Godinho, Lisboa, Socicultur.

Roazzi, A. (1995). Categorização, formação de conceitos e processos de construção de mundo: Procedimento de classificações múltiplas para o estudo de sistemas conceituais e sua forma de análise através de métodos de análise multidimensionais. Cadernos de Psicologia, 1, 1-27.

Russell, J., Mills, I. e Reiff-Musgrove, P. (1990). The role of symmetrical and asymmetrical social conflict in cognitive change. Journal of Experimental Child Psychology, 49, pp.58-78.

Tudge, J. (1992). Processes and consequences of peer collaboration: a Vigotskian analysis. Child Development, 63, 1364-1379.

FIGURA 1-Análise SSA das atividades sobre representações gráficas considerando como variáveis externas o tipo de interação (individual e dupla)



Coordenada 1 versus 2 da análise tridimensional

Coeficiente de alienação = .20

Médias de acerto nas atividades considerando como variáveis externas o tipo de Interação

	Ind. fraco	Ind. Forte	Fraco/Fraco	Fraco/Forte	Total
Interpretação nominal com múltiplos valores para cada descritor					
1. Localização ponto máximo	.63	1.0	.75	.88	.82
2. Localização freqüência	.38	.63	.25	1.0	.61
3. Localização ponto mínimo	.88	.88	.75	1.0	.89
4. Quantifica variação	.88	.87	1.25	1.88	1.21
5 Estabelece união	.25	.88	0	.50	.46
Interpretação nominal					
6. Localiza freqüência	0	.38	0	.38	.21
7. quantifica variação	.88	1.63	1.25	1.38	1.29
8. Estabelece união	.25	.50	.25	.50	.39
Construção Nominal					
9. Compreende banco de dados	.75	.75	.50	.88	.75
10. Utiliza barras	.75	.75	.75	1.0	.82
11. utillza escalas	.38	.63	.75	.50	.54
12.Nomela barras	1.25	1.5	.50	1.75	1.36
Construção ordinal					
13. Identifica aumento de banco de dados 1	.63	.88	.25	.88	.71
14. Identifica aumento de banco de dados 2	.13	0	0	.25	.11
15. Representa aumento 1	.25	.13	0	.25	.18
16 Representa aumento 2	.25	.13	0	.25	.18
17. Utiliza barras 1	.75	.75	.25	.75	.68
18. utiliza barras 2	.75	.75	.25	.75	.68
19. Utiliza escala 1	.13	.25	.25	.13	.18
20. Utiliza escala 2	.13	.25	.25	0	.14
21. Nomeia Barra 1	1.0	1.5	.50	1.0	1.07
22. Nomeia barra 2	1.0	1.5	.50	1.25	1.14
Interpretação Ordinal					
23. Localiza variação	0	.13	0	.13	.000
24. Localiza ponto mínimo	.88	.88	1.0	1.0	.93
25. Extrapola o gráfico	1.88	1.75	2.00	2.00	1.89
26. Localiza ausência de variação	.63	.75	.50	.63	.64
27. Estabelece União	.88	.88	.75	.88	.86
28. Localiza categorias	1.0	1.25	1.25	1.25	1.18
29 Localiza maior variação	0	.25	0	0	.000

A Natureza do Pensamento Matemático na Análise e na Resolução de Problemas

Doutoranda: Gladys Denise Wielewski
Orientadora: Prof ª Anna Franchi
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Justificativa

A experiência vivenciada durante o desenvolvimento da dissertação de Mestrado – concluída em março de 1998 e intitulada "O Tabuleiro de Xadrez: uma perspectiva para a Didática da Aritmética" – foi extremamente interessante e gratificante. Primeiro, porque contribuiu com minha prática educacional, considerando que a atividade profissional está ligada ao Curso de Licenciatura Plena em Matemática. Segundo, as entrevistas desenvolvidas com alguns alunos de 6ª a 8ª séries do Ensino Fundamental permitiram descobrir diferentes formas de pensamento matemático, tendo como fonte de observação às operações aritméticas envolvendo os números inteiros realizadas no Tabuleiro de Xadrez. Constatou-se que os alunos, durante as entrevistas, conseguiram revelar sua criatividade e autonomia na resolução das atividades, descobrindo processos algorítmicos singulares, proporcionando assim a identificação de uma variedade na forma de resolver os exercícios, tanto na representação dos números no Tabuleiro de Xadrez como no próprio desenvolvimento das operações. Isto evidencia que o aluno pode ser um sujeito ativo no processo ensino-aprendizagem, ele é capaz de pensar, de levantar hipóteses e testá-las, de estabelecer relações entre os conteúdos ou experiências já vivenciadas e aplicá-las em outras situações (como no caso o Tabuleiro de Xadrez). Um outro aspecto interessante é que se o aluno tem liberdade para pensar, não é direcionado pelo professor/pesquisador, ele acaba criando, testando e comprovando, ou não, situações até mesmo não previstas inicialmente, desta forma ampliamos nossos horizontes aprendendo com os alunos.

Esta pesquisa despertou a curiosidade sobre a natureza do pensamento matemático de alunos e desencadeou a elaboração do anteprojeto de doutorado, considerando que um aprofundamento neste aspecto poderá contribuir para um maior conhecimento das dificuldades manifestadas pelos mesmos no período escolar. Mas como desenvolver um estudo sobre o pensamento matemático? A natureza do pensamento depende das Habilidades Matemáticas? Como proporcionar a emergência desta natureza?

Ultimamente, Resolução de Problemas tem sido um dos principais focos de discussão no âmbito escolar. Em 1988 foi realizado, em Chicago, Estados Unidos, o Encontro Nacional da Associação Americana denominada The National Council of Supervisors of Mathematics, onde se discutiu sobre as habilidades matemáticas necessárias ao indivíduo do século XXI. Estas habilidades devem fornecer condições para que o aluno possa atuar profissionalmente, bem como prosseguir em seus estudos. Dentre as habilidades discutidas, estabeleceu-se que uma delas seria a de resolver problemas, e a matemática dever contribuir para que o aluno possa desenvolver esta habilidade durante o seu período escolar. Resolução de Problemas também consta nas orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (1998) que afirma que este deve ser o ponto de partida para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. Um dos maiores motivos para sua utilização em sala de aula consiste na oportunidade de propiciar aos alunos situações interessantes e desafiadoras que suscitem a construção de estratégias de resolução, desenvolvendo assim o raciocínio, a criatividade, a autonomia e as habilidades matemáticas, atendendo em parte os objetivos educacionais.

Krutetskii (1976) informa que em muitos países houve um crescente interesse nos problemas sobre Educação Matemática. Este crescimento está relacionado com o aumento do valor da matemática na sociedade humana. Na União Soviética, o desenvolvimento da matemática é considerado necessário para o progresso de várias ciências. Métodos matemáticos e o estilo matemático de pensar estão se infiltrando em todas as áreas, tais como, biologia moderna, arqueologia, meteorologia, lingüística, e outras. Diante disso, as escolas soviéticas se deparam com a tarefa de desenvolver ao máximo as habilidades matemáticas dos alunos.

Mas como estimular o desenvolvimento das habilidades? Krutetskii (1976) afirma que até mesmo com métodos pedagógicos considerados perfeitos, não serão eliminadas as diferenças individuais, no sentido de níveis diferentes de habilidades. A questão das habilidades está ligada ao problema das diferenças individuais. Se todo mundo tivesse o mesmo potencial para o desenvolvimento em todas as direções e em qualquer atividade, não haveria nenhum ponto de discussão sobre habilidades. Um indivíduo é capaz em algumas coisas, mas as pessoas são capazes das mesmas coisas em graus diferentes.

Krutetskii informa que se têm atualmente algumas pesquisas relacionadas com a identificação de Habilidades Matemáticas e que a tendência é de se destinar uma atenção maior para este aspecto. A resolução de problemas já foi utilizada com vários objetivos. Alguns estudos internacionais foram realizados sobre a questão de Habilidades Matemáticas, tendo como objeto de observação a resolução de problemas. Dentre os enfoques, o mais utilizado é aquele em que o investigador reúne vários testes supondo ter alguma relação com habilidades matemáticas. Aplica os testes a uma amostra de indivíduos e obtém uma pontuação em cada teste para cada sujeito, em alguns casos, usa a técnica estatística de análise de fator para determinar como os testes estão relacionados. Mas os testes estabelecem somente o resultado final da execução de uma pessoa em uma certa atividade, ignorando a natureza do processo para atingir tal resultado. Sem analisar o processo não se descobre a essência psicológica dos resultados, não se têm distinções qualitativas entre habilidades. Estes testes identificam indivíduos que conseguem ou não resolver problemas, observando o tempo utilizado, considerando-os como aparentemente iguais. Para ilustrar esta afirmação segue dois exemplos:

Problema 1. Três amigos visitam a biblioteca em dias diferentes: o primeiro uma vez a cada 3 dias, o segundo uma vez a cada 4 dias, e o terceiro uma vez a cada 5 dias. A última vez que eles estiveram juntos na biblioteca foi numa terça-feira. Em quantos dias estarão novamente juntos na biblioteca e em que dia da semana será?

Aluno G. S. (sétimo ano) – Rapidamente escreveu uma série de números consecutivos iniciando com 1 e começou rapidamente a riscar números: todo terceiro (com uma linha), todo quarto (com um ponto) e todo quinto (com uma cruz). Ele obteve a resposta certa mecanicamente: 60 dias. Ele contou rapidamente os dias da semana e encontrou sábado. Resposta correta; tempo de solução: 2 minutos e 2 segundos.

Aluna Yu. A. (sétimo ano) – Pensou um pouco e disse: "ele será o menor múltiplo comum!" Sem se apressar, ela calculou (3.4.5 = 60), dividiu 60 por 7 e obteve 8 semanas, com um resto de 4 dias. Ela declarou: "Quarta-feira, quinta-feira, sexta-feira, sábado. Dois meses e no sábado." Resposta correta; tempo de solução: 1 minuto e 22 segundos.

Os dois resolveram o problema através da aritmética, no entanto, os níveis de conhecimento foram diferentes, tendo em vista que o primeiro utilizou-se de um processo experimental e o segundo recorreu ao conceito de Mínimo Múltiplo Comum.

Problema 2. Se somarmos 360 a um certo número, obtemos o mesmo resultado que se multiplicarmos este número desconhecido por 4. Qual é o número?

Aluna Sasha R. (sétimo ano) – Rapidamente compôs a equação e resolveu.

$360 + x = x \cdot 4 \rightarrow 360 = 3x \rightarrow x = 120$

Aluna Raya Ts. (sétimo ano) – Rapidamente obteve o diagrama abaixo:

360

\+

= → = 120

Aluno Robert N. (sétimo ano) – Não escreveu ou desenhou nada, sua resolução foi de forma verbal. Ele rapidamente disse: "Adicionar 360 e isto leva a quatro vezes - são todos o mesmo. Então 360 são três fatores iguais. O número é 120".

No problema 2, os três alunos mostraram entre si variedade na forma de representar o desenvolvimento do problema, uso de diferentes símbolos. Todos os alunos, aqui mencionados, resolveram os problemas propostos corretamente; todos podem ser considerados alunos capazes; o tempo de solução entre eles em cada situação foi aproximadamente idêntico. Qualquer psicometria é obrigada a classificar todos como completamente iguais. Mas fica evidente que os caminhos psicológicos que conduziram ao resultado foram muito diferentes, têm-se diferenças essenciais nos processos mentais destes alunos.

Problema da Pesquisa

Essa forma de estudar Habilidades Matemáticas pode trazer algumas contribuições, mas deixa a desejar por desconsiderar os processos mentais presentes tanto na análise como na resolução dos problemas, ou seja, não leva em conta detalhes como: as diferentes interpretações do problema, os diferentes conceitos utilizados, os diferentes métodos, as diversas representações usadas, os diferentes comportamentos, enfim, a variação dos tipos de pensamento.

Mas será que é possível identificar habilidades matemáticas de alunos e conhecer a natureza do pensamento matemático através da descrição da análise e dos processos de resolução de problemas?

O objetivo deste anteprojeto de Pesquisa para o Doutorado é construir um contexto matemático, utilizando resolução de problemas, para observar como os alunos se movimentam nesse contexto, identificando os diferentes tipos de pensamento e de habilidades matemáticas manifestadas pelos mesmos. Acredita-se que um aprofundamento sobre a capacidade de pensar matematicamente, de alguns alunos, pode contribuir com a Educação Matemática, oferecendo subsídios tanto teóricos como práticos.

Referencial Teórico

Vários pesquisadores ao longo do tempo têm tentado construir uma definição de habilidade matemática, mas nenhuma conseguiu satisfazer a todos. Talvez a única coisa sobre a qual todos os investigadores concordam é que ela deveria se distinguir entre habilidade usual – habilidade escolar para dominar informação matemática, reproduzindo-a e usando-a independentemente – e habilidade matemática criativa – relacionada à criação independente de um produto original que tem um valor social. A maioria dos psicólogos estrangeiros que têm habilidade escolar em mente tende a entender isto como uma habilidade para resolver testes matemáticos ou problemas. Krutetskii afirma que tal definição falta conteúdo e precisa ser mais concreta.

Apresentam-se a seguir algumas das definições estabelecidas por psicólogos, descritas por Krutetskii. Em 1918, Rogers considerou dois aspectos de habilidade matemática distintos: o reprodutivo (relacionado à função de memória) e o produtivo (relacionado, para a função de pensamento). Para Betz, habilidade matemática é definida como a habilidade para ter uma consciência clara das conexões internas em relações matemáticas e para pensar precisamente com conceitos matemáticos. Blackwell, que publicou seu estudo fatorial de habilidade matemática em 1940, indica que são habilidades para pensamento seletivo no campo de relações quantitativas e para raciocínio dedutivo, e como a habilidade para aplicar princípios gerais a casos particulares no reino dos números, símbolos, e formas geométricas. Lietzmann indica como habilidade para argumentar em uma situação particular com o uso de símbolos de uma linguagem matemática. Révész, em 1952 publicou o livro Talent und Genie, onde examina duas formas básicas de habilidade matemática: aplicativo (habilidade para encontrar rapidamente relações matemáticas, sem tentativas preliminares e aplicar a informação apropriada em exemplos análogos) e produtivo (a habilidade para revelar relações que não seguem imediatamente da informação disponível). Em 1955, Lee publicou um artigo onde "habilidade para ter sucesso em matemática" está definida como habilidade para entender os conceitos básicos de matemática e os manipular.

Segundo Krutetskii, a definição mais significante e extensa de habilidade matemática escolar pertence ao sueco Ingvar Werdelin que considera como a habilidade para entender a natureza dos problemas matemáticos (e similares), símbolos, métodos e provas; para os aprender, os reter na memória e os reproduzir; os combinar com outros problemas, símbolos, métodos e provas; e os usar ao resolver tarefas matemáticas (e similares). Werdelin assume que os aspectos reprodutivos e os produtivos, compreensão e aplicação, estão implícitos na definição.

Além de tentar definir Habilidades Matemáticas, psicólogos estrangeiros também procuraram estudá-las, e de vários modos, dentre eles se destacam dois. O primeiro modo é o método de observação psicológica e análise introspectiva experimental do processo de pensamento na resolução de problemas matemáticos (método típico de investigadores franceses e alemães). O segundo modo é o método de correlação seguido por análise de fator. Esta escola de pensamento começou a se desenvolver no início do século vinte e têm ocupado a posição principal na investigação psicológica de habilidade (método típico de psicólogos americanos e ingleses). Krutetskii afirma que a análise de fator tem imenso valor para a psicologia, mas o maior defeito reside na tentativa de interpretar um fator isolado psicologicamente sem qualquer análise do processo de pensamento do pesquisado durante o desenvolvimento de um problema experimental ou teste. Habilidade matemática deveria ser submetida a uma análise psicológica, combinada com uma análise do processo de resolver problema.

Como então a estrutura de habilidade matemática é descrita em estudos não fatoriais por psicólogos estrangeiros? Segundo Krutetskii um dos primeiros estudos introspectivos comparativamente interessantes da estrutura de habilidade matemática foi o de P. Ruthe, que depois de analisar processos usados por alunos resolvendo vários problemas separou estes componentes: (1) habilidade para abstração, (2) habilidade para conceitos de espaço, (3) a natureza funcional do pensamento, (4) habilidade para dedução, (5) talento para relações espaciais e aritméticas, e (6) habilidade poderosa para concentração. Estes componentes refletem os aspectos básicos de pensamento matemático, mas alguns são muito gerais (por exemplo, 1, 3, e 4) ou muito vago (5).

Nos anos vinte, vários trabalhos introspectivos na estrutura de talento matemático também apareceram. Cameron selecionou os componentes seguintes: (1) habilidade para analisar uma estrutura matemática e para recombinar seus elementos, (2) habilidade para comparar e classificar dados numéricos e espaciais, (3) habilidade para aplicar princípios gerais e operar com quantidades abstratas, e (4) o poder de imaginação. Thomas diferenciou tais componentes como: (1) habilidade para abstração, (2) habilidade para raciocínio lógico, (3) percepção específica, (4) o poder de intuição, (5) habilidade para usar fórmulas, e (6) imaginação matemática. Ele também notou a importância de uma distintiva "automatização" de raciocínio e de operações com números.

As deficiências nos estudos mencionados se referem ao fato de que esses componentes isolados não representam um sistema harmonioso, regulado; alguns deles são gerais ao extremo, outros são muito vagos, ou completamente obscuros e discutíveis. Estes estudos são incompletos em muitos aspectos para identificar componentes individuais de habilidade matemática.

Segundo Krutetskii, Haecker e Ziehen fizeram um dos estudos mais interessantes sobre a estrutura do pensamento matemático, publicada em 1931. Eles construíram o trabalho no método introspectivo, porém vários investigadores (especialmente da escola fatorial) notaram a inconclusividade de muitas das suas posições. Os autores primeiro separaram quatro componentes complexos básicos que constituem o "núcleo" do pensamento matemático e depois tentaram detalhar cada um destes componentes em componentes mais simples. Eis o esquema:

A) Componente Espacial: 1. compreendendo figuras espaciais, formas e seus complexos; 2. memória para formas espaciais (conceitos de espaço); 3. abstrações espaciais (habilidade para ver características gerais em objetos espaciais); 4. combinações espaciais (entendendo e descobrindo independentemente conexões e relações entre objetos espaciais). B) Componente Lógico: 1. formação de conceitos (do tipo "seno", "logaritmo", "tensor", etc.) e abstrações conceituais; 2. entendendo, lembrando e descobrindo independentemente conexões conceituais gerais; 3. entendendo, lembrando e fazendo conclusões e provas baseadas nas regras de lógica formal. C) Componente Numérico: 1. formação de conceitos numéricos; 2. memória para números e soluções numéricas. D) Componente Simbólico: 1. compreensão de símbolos; 2. lembrando símbolos; 3. operando com símbolos. Krutetskii reconhece que este esquema é interessante, mas considera aparentemente mal concebido. Em particular, a relação entre os componentes dos vários componentes está obscura. Por exemplo, o que é a relação entre a habilidade para entender símbolos e a habilidade para formar conceitos do tipo logaritmo ou tensor? O anterior procede do posterior, ou vice-versa?

Krutetskii conclui sua análise de trabalhos desenvolvidos por psicólogos estrangeiros, que contêm informações sobre componentes da estrutura de habilidades matemáticas, afirmando que eles não estabelecem um conceito claro, preciso dessa estrutura. Além disso, em alguns trabalhos os dados foram obtidos por um não objetivo método introspectivo, e outros são caracterizados por uma aproximação puramente quantitativa, ignorando particularidades qualitativas do pensamento. Ao generalizar os resultados de alguns estudos mencionados acima, se obtém descrições muito gerais do pensamento matemático, como uma habilidade para abstração, uma habilidade para raciocínio lógico, uma boa memória, uma habilidade para conceitos de espaço, etc.

Com base neste estudo analítico-crítico, e vislumbrando uma superação, Krutetskii estabeleceu os componentes de habilidades matemáticas relacionados abaixo:

Percepção – habilidade para resumir a si mesmo relações numéricas concretas e formas espaciais e operar com estrutura formal (estruturas de relações e conexões). **2) Generalização** – descobrir o que é essencial, importante, abstraindo para si mesmo o irrelevante, e ver o que é comum no que é aparentemente diferente. **3) Lógica e raciocínio** – habilidade para idéia seqüencial, corretamente segmentada no raciocínio lógico que está relacionado à necessidade de prova e dedução. **4) Abreviamento** – habilidade para encurtar o processo de raciocínio, pensar em estruturas reduzidas. **5) Flexibilidade** – habilidade para passar rapidamente de uma operação mental a outra (diferentes métodos). **6) Reversibilidade** – habilidade para inverter um processo mental (transferir de um processo de resolução a uma seqüência inversa de pensamento). **7) Analítico-sintética** – compreensão rápida das relações básicas que constituem a essência do problema, sem esquecer dos dados específicos. **8) Memória matemática** – é uma memória para generalizações, para estruturas formalizadas e esquemas lógicos. **9) Conceitos de espaço** – habilidade para perceber e aplicar conceitos de espaço que são relacionados diretamente com a geometria (especialmente a geometria espacial).

No momento, tem-se como referencial teórico a pesquisa desenvolvida com Krutetskii e sua equipe de 50 pessoas, começado em 1955 e concluído em 1966. O principal interesse da pesquisa foi a estrutura e formação de habilidades matemáticas, sendo pioneiros no estudo de caso com crianças matematicamente talentosas, cujas habilidades matemáticas começaram a aparecer muito cedo em termos de idade. O desenvolvimento de habilidades foi investigado principalmente comparando as habilidades de alunos diferentes a idades diferentes. Foram particularmente engenhosos construindo uma variedade de tarefas matemáticas para os alunos executarem, envolvendo aritmética, álgebra e geometria, onde muitas dessas componentes puderam ser observadas numa mesma série de problemas, estabelecendo relações entre elas.

Metodologia

Triviños (1987) apresenta uma discussão sobre metodologias de pesquisa na área de Ciências Sociais e começa afirmando que uma pesquisa pode se desenvolver segundo uma abordagem quantitativa ou qualitativa. Na pesquisa quantitativa, as variáveis devem ser medidas e na qualitativa, as variáveis devem ser descritas. É importante ressaltar que toda pesquisa pode ser, ao mesmo tempo, quantitativa e qualitativa, elas não são mutuamente excludentes. Ele ainda chama a atenção para o fato de que, na pesquisa qualitativa, não se tem, a princípio, o estabelecimento de hipóteses que devem ser testadas empiricamente e de esquemas levantados a priori, isto permite a flexibilidade para formular e reformular hipóteses à medida que se realiza a pesquisa qualitativa.

Mazzotti & Gewandsznajder (1999) comentam que as pesquisas qualitativas podem ser multimetodológicas, permitindo a utilização de uma grande variedade de procedimentos e instrumentos de coleta de dados. Os mais utilizados são a observação (participante ou não), a entrevista (livres, estruturadas, semi-estruturadas ou mistas) e a análise de documentos. Na opinião de Triviños, para certas pesquisas qualitativas, a entrevista semi-estruturada é um dos melhores caminhos que o pesquisador tem para viabilizar a Coleta de Dados, considerando que se trata de uma pesquisa aberta ou livre, que valoriza a presença do investigador, bem como oferece todas as possibilidades para que o sujeito da pesquisa alcance a liberdade e a espontaneidade necessárias, enriquecendo a investigação.

O principal objetivo deste estudo é realizar uma pesquisa qualitativa exploratória, visando construir um panorama sobre a possível diversidade existente na natureza do pensamento matemático de alguns alunos do Ensino Fundamental, evidenciando diferentes habilidades matemáticas manifestadas a partir da análise – interpretação dos enunciados ou desenhos/figuras – e da resolução de problemas matemáticos – estabelecimento de hipóteses e de representações para desencadear os processos de resolução. Para operacionalizar esta pesquisa serão realizadas entrevistas semi-estruturadas, tendo como base um roteiro composto por alguns problemas matemáticos, em que a seleção dos mesmos tenha como principal critério a possibilidade de diferentes resoluções, para que o entrevistado possa expressar espontaneamente o seu pensamento, suas habilidades e conceitos matemáticos utilizados. Neste caso, os Problemas Matemáticos podem ser considerados como um instrumento de observação para se conseguir realizar a Coleta de Dados. Esta pesquisa está fundamentada em indivíduos, mas não se tem a pretensão de estabelecer nenhuma comparação entre alunos de escolas diferentes – sobretudo entre escola particular e escola pública, podendo se ter alunos de ambas as categorias de escolas envolvidos na pesquisa – e nem buscar uma representatividade, como, por exemplo, sobre a variedade da natureza do pensamento matemático dos alunos do Ensino Fundamental de determinado local. O que se almeja é realizar um estudo sobre a existência ou não desta variedade.

Bibliografia

ALVES-MAZZOTTI, Alda J & GEWANDSZNAJDER, Fernando. *O método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa*. São Paulo: Pioneira Tomson Learning, 2002.

GARDNER, Martin. *Further Mathematical Diversions*. Great Britain: Penguin Books.

KHALFA, Jean (Org.). *A Natureza da Inteligência: uma visão interdisciplinar*. Tradução: Luiz Paulo Rouanet, SP: Fundação Editora da UNESP, 1996. (UNESP/Cambridge).

KRANTZ, Steven G. *Techniques of Problem Solving*. United States of America: American Mathematical Society, 1997.

KRUTETSKII, Vadim Andreevich. *The Psychology of Mathematical Abilities in Schoolchildren*. Edited by Jeremy Kilpatrick and Izaak Wirszup. The University of Chicago, 1976.

LORENZATO, Sergio & VILA, Maria do Carmo. *Século XXI: qual Matemática é recomendável?*. In Zetetiké/ Universidade Estadual de Campinas, nº 1- março/1993. Campinas-SP.

OTTE, Michael. *O formal, o social e o subjetivo: uma introdução à filosofia e à didática da matemática*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1993.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS: Matemática/Secretaria de Educação Fundamental – Brasília: MEC/SEF, 1998.

PERELMAN, Ya. I. *Algebra can be fun.*/Moscou: English translation, Mir Publishers 1979.

POLYA, G. *A arte de resolver problemas*. Rio de Janeiro, Interciência, 1978.

TRIVIÑOS, Augusto N. Silva. *Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.

WERTSCH, James V. *The Concept of Activity in Soviet Psychology*. M. E. Sharpe, New York: Inc. Armonk.

Relações Entre Teoria de Ensino e Livros Didáticos de Matemática

Autor (a): Gláucia Marcondes Vieira
Orientador(a): Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca
Instituição: FAE – UFMG

Tema: Relações entre teoria de ensino e livros didáticos de matemática

Justificativa

Um dos principais projetos da investigação em Educação Matemática, para Fiorentini (1995), é o estudo das relações/interações que envolvem a tríade aluno-professor-saber matemático, tendo como eixo fundamental a transformação qualitativa do ensino/aprendizagem da Matemática. Há, entretanto, diferentes modos de conceber e ver a questão da qualidade do ensino da Matemática. Alguns podem relacioná-la ao nível de rigor e formalização dos conteúdos matemáticos trabalhados na escola; outros, ao emprego de técnicas de ensino e ao controle do processo ensino/aprendizagem com o propósito de reduzir as reprovações. Há ainda aqueles que a relacionam ao uso de uma Matemática ligada ao cotidiano e à realidade do aluno ou aqueles que colocam a Educação Matemática a serviço da formação da cidadania. (Fiorentini, 1995).

Os livros didáticos de Matemática têm-se constituído em um elemento fortemente determinante do saber escolar, no que se refere à seleção dos conteúdos, a sua reelaboração e organização tendo em vista adequá-los ao Ensino Básico (Ministério da Educação, 2000). Além de servir diretamente ao aluno, o livro didático pode também ser considerado um banco de sugestões de atividades ou um referencial de idéias e conceitos matemáticos.

Recurso didático antigo e intensamente utilizado, o livro didático vem tendo sua função sempre discutida e sua escolha de uma forma mais ampla reflete a (e se reflete na) proposta pedagógica que se quer adotar. Portanto, um critério a ser considerado nessa seleção seria a coerência entre o(s) paradigma(s) de Educação Matemática que se pretende abraçar e a proposta pedagógica do livro didático de matemática que se vai utilizar, declarada no manual do professor e realizada nas abordagens e atividades no corpo do livro.

A identificação desse(s) paradigma(s) não é, entretanto, uma tarefa trivial. Embora os livros didáticos tragam considerações sobre suas opções pedagógicas nos manuais do professor nem sempre é fácil perceber seu reflexo nas atividades e apresentação de conteúdos contidos nos livros dedicados aos alunos.

Nesse sentido, esse estudo pretende contribuir para iluminar a análise que o educador precisa fazer dos livros didáticos, para conferir coerência ao seu próprio trabalho.

È com essa intenção que queremos discutir as relações entre teorias de ensino que os manuais do professor declaram ou sugerem adotar e o que se propõe realizar no corpo dos livros didáticos.

Problema de Pesquisa: Do confronto do discurso veiculado nos textos dos manuais do professor com a abordagem adotada nos livros didáticos, tanto nas atividades como na apresentação de conteúdos, que elementos de coerência e de incoerência se evidenciam?

Metodologia:

A metodologia ainda não está totalmente definida, mas estará calcada basicamente, em uma análise documental que tomará os livros didáticos, os manuais do professor desses livros, os autores citados nos manuais, mesmo os citados apenas de referência, e os documentos oficiais prescritivos sobre o ensino da Matemática no primeiro segmento do Ensino Fundamental.

Para o confronto desses dois textos-chave (livro didático e manual do professor) teremos que procurar identificar os intertextos, os textos que inspiram as abordagens do livro didático e do manual do professor.

Há ainda uma decisão que não está tomada: se vamos analisar no âmbito da abordagem de um determinado conteúdo, como as frações, por exemplo, ou se vamos analisar no âmbito da consideração da utilização de um determinado princípio metodológico (resolução de problemas; contextualização). Ou seja, podemos analisar como as propostas pedagógicas se refletem na abordagem de determinados conteúdos ou como determinadas prescrições metodológicas se realizam ao longo do livro.

A tomar um conteúdo, temos pensado em analisar a abordagem das frações uma vez que esta representação é cada vez menos integrante do dia-a-dia tomando seu aprendizado cada vez mais de responsabilidade da escola. Assim, as frações aparecem no currículo do ensino fundamental, constituindo-se, via de regra, num conteúdo representativo da linha da Educação Matemática adotada. Além disso, a introdução dos números racionais insere uma passagem epistemológica delicada.

Encontramo-nos com um novo conjunto numérico, o conjunto dos números racionais, que compreende o conjunto dos números inteiros e lhe acrescenta os números que podem assumir a forma de fração.

Segundo Caraça (1941), as vantagens obtidas pela sua criação aparecem desde já como sendo as seguintes:

É possível exprimir sempre a medida de um seguimento tomando outro como unidade; se, por exemplo, dividida a unidade em cinco partes iguais, cabem duas partes na grandeza a medir, diz-se que a medida é o número dois quintos.

A divisão de números inteiros pode sempre, agora, exprimir-se simbolicamente pelo número racional.

Se o número racional se constitui em uma generalização do conjunto dos números inteiros (CARAÇA, 1941), o problema está é na operação mental por meio da qual essa generalização foi conseguida.

Juntamente com esse conteúdo, os números decimais ganham ênfase por, muitas vezes, serem utilizados no lugar das frações. Assim, os dois conteúdos estão intimamente ligados. Alguns autores, como Dante, dizem que se dá maior ênfase aos números decimais do que às frações, porque no dia-a-dia é mais fácil compará-los para saber qual é o maior ou menor. É mais fácil usá-los como medida. Quanto às frações, exploram-se as idéias associadas a elas. A sugestão dada pelo PCN é que o professor deve apresentar os números racionais sempre mostrando a utilização desse tipo de número no cotidiano para que eles possam perceber regras e construir a escrita numérica dos racionais.

O texto dos Parâmetros Curriculares Nacionais destaca que o papel decisivo da Matemática nos processos de aprendizagem decorre de sua possibilidade de uso para a resolução de problemas da vida cotidiana, de sua aplicação direta no mundo do trabalho e por se destacar como instrumento essencial para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares (Ministério da Educação, 2000).

De uma maneira geral, o processo de ensino/aprendizagem da Matemática que se defende atualmente, é diversificado, extenso e rico, seguindo uma idéia de construção do conhecimento, onde o aluno deve fazer acontecer e construir. A atividade matemática escolar, passa a ser a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade e não "olhar para coisas prontas e definitivas (Ministério da Educação, 2000)".

O PCN orienta os professores descrevendo habilidades que se deve desenvolver no estudo dos números racionais:

Reconhecer números naturais e decimais em diversas situações (jornais, filmes, comércio).

Escrever, comparar e ordenar números naturais de qualquer grandeza.

Aplicar as regras do sistema de numeração decimal para compreensão, leitura e representação dos números racionais escritos na forma decimal (com vírgula).

Comparar e ordenar números racionais na forma decimal.

Localizar na reta numérica a posição de números racionais na forma decimal.

Leitura, escrita, comparação e ordenação de representações fracionárias de uso freqüente.

Análise e resolução de problemas com o uso de números racionais.

Ampliação do repertório básico das operações com números naturais para desenvolver o cálculo mental e o escrito.

Adição e subtração de números racionais na forma decimal, utilizando estratégias próprias e técnicas convencionais.

Decisão sobre o uso do cálculo mental ou de uma técnica convencional, em função do tipo de problema e dos números envolvidos.

Cálculo de porcentagens simples.

De acordo com Caraça, o conhecimento do campo racional só ficará completo depois de um estudo da suas propriedades: igualdade, desigualdade e operações.

Para que possa se desenvolver todas essas competências o livro didático tem grande influência nesse contexto específico de trabalho com os números racionais. Qual é a reflexão proposta pelo livro didático para este trabalho? Será que o livro didático tem sido realmente coerente com a teoria de ensino dos números racionais?

Outra possibilidade para esta investigação é procurar analisar como determinadas prescrições são realizadas no corpo do livro de uma maneira geral. Temos a resolução de problemas como destaque. De fato todas as propostas pedagógicas, das mais tradicionais às mais vanguardistas, tratam, de alguma maneira, a resolução de problemas sendo, portanto, um tema interessante a investigar.

A contextualização também pode ser estudada devido a sua grande ênfase no discurso das propostas pedagógicas dos anos noventa e sua presença em teorias e documentos oficiais prescritivos como o PCN.

Como preparação para análise preliminar do material empírico, tenho iniciado leituras sobre análise de conteúdo, para a identificação de elementos e possíveis categorias de análise.

O referencial teórico da análise deve ser tal que ajude a pesquisar os autores citados nos manuais do professor e, eventualmente, nos seus comentaristas; contribua para construção de critérios de análise da abordagem dos livros didáticos; estabeleça parâmetros para direcionar a leitura dos trabalhos sobre adoção do livro didático.

Como este trabalho está em fase inicial, o referencial teórico está em construção por estar intimamente ligado às definições metodológicas.

Resultados: Este trabalho foi iniciado em junho de 2002 e ainda não temos resultados a apresentar.

Bibliografia

CARAÇA, Bento de Jesus. Conceitos Fundamentais de Matemática. Gradativa.Lisboa, 2002.

DANTE, Luiz Roberto. Vivência e Construção – Matemática 1. Ed. Ática. São Paulo, 2001

FIORENTINI, Dario. Alguns Modos de Ver e Concerber o Ensino da Matemática no Brasil. Revista Zetetiké, Ano 3, nº 4 , p. 1-37, 1995.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO Disponível em <http://www.mec.gov.br/sef/fundamental/matematica.shtm> acessado em 6 de outubro de 2001 (Ministério da Educação, 2001)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Secretaria de Educação Fundamental. Rio de Janeiro, 2000.

A Matemática na Formação do Administrador de Empresas

Hellen Castro Almeida Leite(hellen.mat@bol.com.br)
Orientadora Profª Drª Lígia Arantes Sad
Universidade Federal do Espírito Santo

Introdução

As constantes exigências de um mundo onde os conhecimentos tornam-se obsoletos rapidamente, obrigando o indivíduo a estar aprendendo constantemente, acarretam uma crescente demanda para o setor educacional. Dentro do meio empresarial, mesmo aqueles profissionais já inseridos no mercado de trabalho são instigados a procurarem na educação (seja formal, informal, continuada) um meio de atualizar-se e elevar o seu grau de instrução. Esse processo, por sua vez, acarreta um reordenamento social das profissões (Paiva, 1995).

No centro desse processo de mudanças encontra-se o conhecimento. O sistema educacional como um todo, assume um papel de destaque, seja na dimensão de investimentos, seja na reformulação de seus conteúdos para atender a essas demandas que se fazem presentes na atual conjuntura. Essas reformulações têm sido observadas em todos os âmbitos, desde o ensino fundamental, passando pelo ensino médio e atingindo de forma bem específica o ensino superior. Os índices elevados de concluintes do ensino fundamental fizeram com que aumentassem significativamente os egressos no ensino médio, gerando uma demanda crescente pela educação superior. Apenas em 2002, 8,2 milhões de jovens concluirão o ensino médio (Carelli, 2002). Soma-se a isso, o fato de que entre 1998 e 1999 houve um crescimento de cerca de 40% nos supletivos (Arruda, 2002). Isso significa um grande contingente de alunos em potencial para a educação superior.

Toda esta demanda incentiva o crescimento da oferta de vagas nas IES (Instituições de Ensino Superior). Como o ensino público superior não tem sido capaz de atender toda esta demanda, o setor educacional privado vem suprindo essa lacuna e consequentemente crescendo de forma intensa.

A rápida proliferação de IES nos últimos anos faz parte das políticas públicas do atual governo federal explicitadas no Plano Nacional de Graduação (MEC, 2001, p. 6 e 13), para elevar o percentual da população de 18 a 24 anos matriculada no Ensino Superior. Pois, embora a oferta do ensino superior tenha "triplicado a partir dos anos 70, é ainda insuficiente para atender à nova demanda derivada da grande expansão do ensino médio." Assim, espera-se passar dos atuais 12% para 30% até o fim da década. De acordo com Catani e Oliveira (1999) este incentivo ao aumento quantitativo das IES, bem como a uma maior diversificação e diferenciação dos cursos, é também, um reflexo da influência de organismos internacionais na política educacional brasileira, especialmente a Unesco e o Banco Mundial.

Este crescimento não se dá de maneira uniforme em todas as áreas do ensino superior. A preferência das IES é por cursos que exigem pouco investimento, infra-estrutura mais barata e demanda certa. É neste contexto que os Cursos de Administração encontram solo fértil para a sua propagação.

A expressividade destes cursos pode ser demonstrada por alguns dados: Atualmente, existem no Brasil, 1500 cursos na área de Administração em 1000 IES, uma vez que é comum uma IES oferecer mais de uma habilitação. A estimativa destas IES é que as matrículas em 2002

cheguem a 1,6 milhões. (ANGRAD, 2002). De acordo com os números do Exame Nacional de Cursos (ENC), popularmente conhecido como Provão, os formandos da área de Administração saltaram de 24.948 em 1996 para 60.685 em 2002. Conforme Andrade e Amboni (2002, p.138) a média nacional da relação candidato/vaga para a área de Administração é de 4,5 e "a área de Administração caracteriza-se por ter o maior número de alunos do 3º grau (10,5%)".

Na área de Administração, devemos observar, estão incluídos os seguintes cursos: Administração e suas Habilitações; Turismo; Secretariado; Hotelaria e Turismo; Administração de Sistemas de Informações; Análise de Sistemas; Administração Rural; Comércio Exterior; Administração Hospitalar; Tecnólogo em Hotelaria; Tecnólogo em Turismo (Andrade e Amboni, 2002, p.106). De acordo com o Conselho Federal de Administração (CFA), existem 33 habilitações principais do curso de Administração.

Em nossa pesquisa, estaremos focalizando nossa atenção nos dados referentes ao estado do Espírito Santo, que é destaque em termos nacionais, no que se refere ao crescimento quantitativo das IES e em particular dos cursos de Administração. De acordo com o CFA (2002), existem no Espírito Santo 43 IES que oferecem curso de Administração. O alto índice de cursos novos pode ser demonstrado pelo número de cursos que participaram do ENC de 2001, apenas 16, o que nos permite concluir que surgiram 27 cursos novos a partir de 1998.

Estes dados, a respeito dos cursos de Administração no Brasil e em especial no estado do Espírito Santo, configuram-se como um forte motivo para pesquisas envolvendo os cursos de Administração e em especial a formação do administrador. Nesta perspectiva, uma parte significativa é a contribuição da matemática nessa formação.

A Matemática na Formação do Administrador

Observamos que a Matemática e a Estatística sempre estiveram presentes nos cursos de administração no Brasil, desde o seu início em 1952. A Matemática e a Estatística constituíam-se disciplinas do currículo mínimo do curso de Administração instituído pelo Parecer número 307/66 que habilitava ao exercício da profissão de técnico de administração. Da mesma forma, estas duas disciplinas também constam no currículo mínimo do curso de Administração de 1993, resultante de vários encontros promovidos pela ANGRAD e pelo CFA (Andrade e Amboni, 2002).

Na Revista do Provão 2001, estão elencados os conteúdos que serão exigidos dos formandos em Administração. A Matemática e a Estatística se encontram presentes. Na relação das habilidades destacamos: "Expressar-se corretamente nos documentos técnicos específicos, bem como nas relações interpessoais, de forma a auxiliar na interpretação da realidade das organizações; (...)Utilizar raciocínio lógico, crítico e analítico operando com valores e formulações quantitativas e estabelecendo relações formais e causais entre fenômenos."

Nas Diretrizes Curriculares dos cursos de Administração (MEC, 2001, p. 8-9), temos que, além do estágio, o conteúdo do curso abrangerá cinco campos de estudos interdependentes, sendo um deles o Campo de Estudos Quantitativos que compreende "métodos quantitativos, pesquisa operacional, tomada de decisão, modelos matemáticos e estatísticos que permitam a compreensão de conceitos e procedimentos na formação ou prestação de estratégias inerentes à Administração."

De acordo com os elaboradores da Proposta das Diretrizes Curriculares (Andrade e Amboni, 2002, p. 28), "ao estudar Matemática, o aluno deve compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas para aplicá-las em situações diversas no contexto das ciências das tecnologias e das atividades cotidianas."

Em geral, a Matemática e a Estatística foram e continuam sendo consideradas disciplinas de formação básica ou instrumental e lecionadas nos períodos iniciais do curso. Um dos objetivos da inserção destas disciplinas é servir como um instrumento para o aprendizado de outros conteúdos mais específicos e abrangentes, fornecendo ao aluno e ao profissional elementos para que ele possa se comunicar em linguagem matemática.

Além disso, é próprio do pensar matemático o raciocínio lógico, crítico e analítico, que se constituem habilidades esperadas dos administradores, tal como citado acima, na Revista do Provão 2001.

Castro (2001, p. 25) enfatiza que usar números para resolver problemas é considerada uma das habilidades importantes para a chamada "profissionalização genérica e duradoura", imprescindíveis em tempos de globalização e sem as quais o indivíduo será "um idiota, cuspindo regras, princípios e números que não refletem um julgamento maduro do problema."

A Administração faz parte de um grupo de profissões nas quais a Matemática não é um fim em si mesma, mas uma ferramenta para o melhor exercício da profissão. De acordo com Santaló (1996, p. 12), todos nós precisamos da matemática pura e da aplicada "numa mistura combinada e bem equilibrada", ou em outras palavras, precisamos de matemática como instrumento de cálculo e também da matemática como filosofia. Pois, a vida é pensamento e ação, raciocínio e atuação. A matemática tem ainda um "valor formativo, que ajuda a estruturar todo o pensamento e a agilizar o raciocínio dedutivo".

Capelari et al. (1998, p. 9-10), professores da Universidade Estadual de Maringá, reforçam esta importância, ao listarem alguns objetivos da matemática relacionados à formação do administrador:

- *A matemática insere o aluno, acadêmico de administração, a se utilizar do pensamento matemático (intuitivo e lógico-dedutivo), indispensável ao bom desempenho de sua função;*
- *Permite uma compreensão em atividades práticas que envolvem aspectos quantitativos da realidade;*
- *Possibilita ao aluno dominar os conceitos e técnicas de cálculo;*
- *Possibilita, ainda, que o administrador aplique tais conceitos e técnicas na resolução dos problemas pelos quais ele é responsável numa determinada empresa ou organização.*

Eles argumentam ainda que a matemática pode fornecer elementos para que o administrador, ao definir variáveis, seja preciso, estabelecendo de forma clara as hipóteses que são utilizadas na demonstração da tese. A matemática favorece também o desenvolvimento do raciocínio lógico no desenvolvimento de análises, entre outras vantagens.

A matemática está presente na vida do graduando e do graduado em Administração, como por exemplo no Provão de administração, no processo seletivo profissional realizado em empresas e/ou agências de seleção por meio de testes de nível de inteligência e no processo seletivo

acadêmico. No Brasil, a maioria dos mestrados em Administração, dentre eles os mais respeitados e de maior tradição, utilizam como uma das etapas para o processo seletivo, o teste da Associação Nacional de Pós-graduação em Administração - ANPAD. Esta avaliação contém 25 questões de português e interpretação de textos, 25 de raciocínio lógico, 25 de raciocínio quantitativo e 25 de inglês. Ou seja, metade da prova está relacionada à matemática. Para a seleção do MBA nos EUA é obrigatório o GMAT (*Graduate Management Admission Test*) ou o GRE (Graduate Record Examinations). Ambos são parecidos e procuram avaliar a proficiência do candidato em três áreas: 1) interpretação de textos, 2) raciocínio matemático e 3) pensamento crítico e capacidade de expressar idéias complexas através da escrita. No Brasil, também se exige GMAT em alguns cursos de pós-graduação, como por exemplo, mestrado e doutorado na FGV-SP (Gomes,1997). Oliveira (1997), então coordenador dos cursos de pós-graduação da FGV/SP, argumenta que o GMAT "procura medir certos aspectos do potencial intelectual do candidato para aferir suas possibilidades de enfrentar um curso exigente". Ele considera que todos os bons cursos de MBA costumam aplicar este teste. É interessante notar, que estes testes não contêm nenhum conhecimento específico de Administração.

Justificativa

Ressalta-se freqüentemente a importância de uma formação profissional genérica e que a formação acadêmica deve desenvolver habilidades que possam acompanhar o graduado pela sua vida, uma vez que grande parte dos conhecimentos torna-se obsoleto rapidamente. Neste contexto o estudo da matemática pode favorecer o raciocínio lógico e a capacidade de abstração, habilidade importante para todas as profissões, mais ainda para o administrador, que precisa pensar estrategicamente e levando em consideração várias variáveis.

Julgamos importante a realização de investigações que possam contribuir para uma melhor compreensão do papel da matemática nos cursos de Administração e sua relação com outras disciplinas e com outros aspectos da vida do formando.

Pois, se soubermos quais conceitos e habilidades matemáticas são imprescindíveis ao administrador, poderemos: diminuir os riscos de existir desperdício de tempo, recursos e esforços investidos no processo de ensino-aprendizagem de uma matemática não significativa;evitar que os alunos tenham o seu aprendizado em outras disciplinas da graduação e da pós-graduação prejudicado pela falta do conhecimento matemático necessário; e fornecer aos administradores habilidades e elementos matemáticos maiores e mais profundos, aumentando seu "potencial competitivo" com profissionais oriundos de outras áreas em que se estuda mais a matemática, dentre elas e principalmente, a engenharia.

Em relação a este último item, encontramos pesquisas como a de Oliveira (2000), mostrando que grande parte de cargos administrativos de chefia está sendo ocupada por engenheiros. Ele pesquisou dirigentes das empresas listadas na Revista Exame - Maiores e Melhores. Dos 84 dirigentes que responderam ao item "formação superior", 40 deles eram engenheiros e 13 administradores. Autores como Rosa (1997) e Franco (2002) ao comentarem esta questão, enfocam como vantagem competitiva dos engenheiros, o conhecimento matemático e o raciocínio lógico.

Acreditamos que, o estudo da matemática pode trazer benefícios à formação do administrador, entre outras coisas pela capacidade de abstração que ela pode favorecer. Dreyfus (1991, p.

34), apesar de não estar se referindo especificamente aos administradores, parece-nos de grande importância ao dizer que:

Processos [do pensamento matemático avançado] adquirem importância quando estudantes de matemática experienciam e desenvolvem habilidades e quando os conteúdos matemáticos são tratados por eles de forma mais avançada; a principal importância entre esses processos avançados é a abstração. Se um estudante desenvolve a habilidade para conscientemente fazer abstrações de situações matemáticas, ele terá alcançado um nível avançado do pensar matemático. Alcançar essa capacidade para abstração pode ser a mais importante meta da educação matemática avançada. [tradução nossa]

Desta forma, se o aspecto da formação matemática do Administrador não for valorizado, corremos o risco de termos uma lacuna entre a formação acadêmica e as exigências profissionais, acarretando prejuízos ao Administrador.

Problema de Pesquisa

De que forma o desenvolvimento do pensamento matemático pode estar contribuindo para a formação do administrador?

Objetivos

Para tanto, faz-se necessário: a) identificar os conteúdos e habilidades matemáticas essenciais para a formação do administrador; b)examinar qual o reflexo do ensino de matemática e estatística nas outras disciplinas do curso de Administração; c) investigar de que forma os coordenadores, professores e formandos de Administração, relacionam a matemática estudada nos cursos com a formação do administrador;

Referencial Teórico

Estaremos tomando Dreyfus (1991, p. 34) como um de nossos referencias teóricos que destaca os processos do pensamento matemático avançado e com Bishop (1991).

Metodologia

Será realizada análise documental das Diretrizes Curriculares do curso de Administração; das estruturas curriculares, objetivos do curso, programas e ementas das disciplinas de matemática das IES pesquisadas; de documentos do Conselho Federal de Administração. Para examinarmos como a matemática está presente em processos formais de avaliação estaremos realizando análise documental do último teste da Associação Nacional de Pós-graduação em Administração – ANPAD, que é utilizada nos processos seletivos para o mestrado em Administração e o Exame Nacional de Cursos de Administração 2002.

Serão escolhidas algumas IES que possuem o curso de administração de empresas na região da Grande Vitória, com critério a ser definido. Nestas IES, realizaremos entrevistas semi-estruturadas com os(as) atuais coordenadores(as) dos cursos de Administração escolhidos e com os que conduziram a última mudança curricular, quando for o caso; professores(as) das disciplinas de Matemática e Estatística dos cursos que lecionaram para a turma de formandos

2002/2; professores de outras disciplinas do curso que podem estar se beneficiando do raciocínio matemático desenvolvido nas disciplinas de matemática e estatística; outras pessoas com papel de destaque na elaboração do atual currículo.

Com os formandos de 2002/2 estaremos investigando como a matemática estudada no curso auxiliou sua formação, quais os conteúdos matemáticos que ele considera essenciais e quais considera desnecessários. E também como ele viu a presença da matemática no ENC de administração.

Atualmente, a pesquisa encontra-se em andamento.

Referências

ARRUDA, Roldão. Vagas em faculdades crescem 58% em 5 anos. Disponível em http//www.usp.br/agen/24out.htm. Acesso em 29/03/2002.

ANGRAD - Associação Nacional dos Cursos de Graduação em Administração. Bibliografia de referência para os cursos de Administração. Disponível em: www.angrad.com/jornal_bibliografia.asp. Acesso em maio de 2002.

ANDRADE, Rui Otávio Bernardes de; AMBONI, Nério. Projeto Pedagógico para cursos de Administração. São Paulo: Makron Books, 2002.

BISHOP, A. J. Mathematical values in the teaching process. In: BISHOP, A. J.; OLSEN, S.; VAN DORMOLEN, J. Mathematical Knowledle: it's growth through teaching. London: Kluwer Academic Publishers, 1991.

CAPELARI, Rosana; SANTOS, Andréia Kohatsu; SPERANDIO, Décio. É relevante o estudo da matemática na formação do administrador contemporâneo? Anais do IX ENANGRAD, 1998. Disponível em www.angrad.com.br/angrad/pdfs/ix_enangrad/e_relevante_o_estudo. Acesso em mar./2002.

CARELLI, Gabriela. Os novos donos da educação. Veja, São Paulo, ed. 1740, n. 8, p. 92-95, 27 fev. 2002.

CASTRO, Cláudio de Moura. O sofisma da especialização. Veja, São Paulo, ano 34, n. 13, ed. 1694, p. 25, 4/4/2001

CATANI, Afrânio Mendes e OLIVEIRA, João Ferreira. A reestruturação da Educação Superior no debate internacional: A padronização das políticas de diversificação e diferenciação. RBPAE (Revista Brasileira de Política e Administração da Educação). v.15, n.1, p. 7-24, jan./jun. 1999.

DREYFUS, Tommy. Advanced Mathematical Thinking processes. In:TALL, David. Advanced Mathematical Thinking London: Kluwer Academic Publishers,1991. Vol II

GOMES, Maria Tereza. Salas lotadas (e aulas melhores). Exame, São Paulo, ed. 633, n. 8, p.112-114, 9 abr.1997.

MEC. Diretrizes Curriculares para os cursos de Administração. Proposta submetida à apreciação do Conselho Federal de Educação, março de 2001. Disponível em http://www.inep.gov.br/enc/diretrizes/Administração.htm. Acesso em 13/11/2001.

MEC. Plano Nacional de Graduação. Disponível em http://www.mec.gov.br/Sesu/planograd.shtm. Acesso em 15/11/2001

OLIVEIRA, Antônio Carlos Manfredini da Cunha . MBA nem sempre é passaporte. Exame, São Paulo, ed. 649, n. 24, p. 153-154, 19 nov. 1997.

ROSA, José Barone. A matemática e o Administrador. Revista da matemática - Publicação semestral do Departamento de Ciências Exatas da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas do Unicentro Newton Paiva. Ano 1, nº 1, dez 97, Belo Horizonte, MG.

ROSENBURG, Cynthia. Nota Alta. Exame, ano 36, n. 7, p.34-45, 03 abr. 2001.

REVISTA DO PROVÃO 2001. MEC- Ministério da Educação e Cultura. Brasília, n. 6, 2001.

SANTALÓ, Luis A. Matemática para não-matemáticos. In: PARRA, Cecília; SAIZ, Irma (Orgs.). Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 11-25.

PAIVA, Vanilda. Inovação tecnológica e qualificação. Educação & Sociedade. N. 50, abril/95, p. 70-92.

Etnomatemática como uma Proposta de Religação

Profa. Ms.Isabel Cristina Rodrigues de Lucena
UFPA/ PPGEd-UFRN
Prof. Dr. John Andrew Fossa
UFRN (Orientador)

"Pelo modo como a aprendemos [a Ciência], não é de se estranhar que nem alunos nem mestres se tornem mais capazes embora se façam mais doutos. Em verdade, os cuidados e despesas de nossos pais visam apenas encher-nos a cabeça de ciência; de bom senso e virtude não se fala". (Montaigne)

A diversidade cultural, presente nas relações sociais, demonstra a variabilidade de domínios desenvolvidos pelos seres humanos. A construção do conhecimento é fruto dessa pulsão da humanidade na luta pela sobrevivência material e transcendental. Os saberes, constituídos ao longo da história, estejam classificados em científicos ou não-científicos, são fundamentais ao crescimento de todos os seres.

Em particular, em nosso estudo de mestrado intitulado: Carpinteiros navais de Abaetetuba: etnomatemática navega pelos rios da Amazônia (Lucena, 2002), tivemos a oportunidade de assistir, com maior proximidade, o domínio, pelos carpinteiros navais, da complexidade dos conhecimentos envolvidos na prática da construção de barcos. Homens, possuidores de saberes ditos não-científicos, constroem veículos flutuantes de diversos modelos e finalidades, atendendo as necessidades de comunicação e deslocamento da população.

O recorte de investigação da referida pesquisa centrou-se na discussão sobre os conhecimentos matemáticos envolvidos na prática da construção de barcos, orientando-se pela seguinte pergunta: existem aspectos matemáticos, tais como, idéias, raciocínios, procedimentos e/ou algoritmos na prática da construção de barcos realizada pelos carpinteiros navais?

Neste trabalho, a prática da construção naval é descrita a partir de episódios, de situações problemas enfrentados pelos carpinteiros navais. Como forma de elucidação para a linguagem técnica, para outras peculiaridades pertinentes à atividade e, conseqüentemente, para o entendimento do relato dos episódios, retratamos, também, as etapas da construção naval.

As análises foram baseadas nas interpretações dos episódios frente à construção de saberes constituídos alheios à tradição escolar e discutidos por interlocutores teóricos eleitos para esse fim. Os estudos etnomatemáticos foram fundamentais para essa etapa do trabalho. As referências teóricas foram baseadas em muitos interlocutores, dentre eles, citamos Almeida (2001), Borba (1993), D'Ambrósio (1985, 1993, 2001), Fossa (2000), Gerdes (1991), Hobsbawm (1997), Lévi-Strauss (1976), Millroy (1992) e Vergani (2000).

No entanto, por todo um histórico docente próprio, um questionamento-chave permeava o sentido do referido trabalho para a educação matemática. Identificar práticas matemáticas nas atividades desenvolvidas pelos mestres-artesãos e reconhecê-las como um conhecimento matemático inerente às raízes culturais dessa população poderia possibilitar implicações para a educação matemática em contexto escolar? Ou ainda: existem relações significativas entre a construção de barcos e o ensino de matemática? A inquietação científica causada por essa

pergunta, unida do estudo edificado sobre a construção artesanal de barcos, gerou o projeto de um outro trabalho de pesquisa.

Singularizar sem Insularizar

O diálogo entre os conhecimentos científicos e não-científicos, também tratados como saberes da tradição, vem se constituindo, cada vez mais, como uma necessidade de sobrevivência dos seres. Os saberes diferentes se completam e, mutuamente, podem contribuir para a elaboração de novos conhecimentos em busca da defesa à vida. É interessante compartilhar a reflexão de D'Ambrósio (1997, p. 32) quando nos diz que:

> *"O encontro com o diferente – mas muito diferente; macho e fêmea – é o ponto de partida para você encontrar todos os outros diferentes. (...) Eu não existo sem o outro. Minha existência acaba.Na hora que você encontra o outro, e percebe a essencialidade do outro, você está dando início a uma sociedade mais sadia. Porque a sociedade não é simplesmente o outro com quem você vai brigar, vai competir, vai disputar. Não! O outro é essencial; senão acaba tudo. E, nesse momento, em que agente supera esse encontro com o outro, nós estamos dando um grande passo para a paz social, no encontro com o outro. Isso é um componente para uma ética: reconhecer a essencialidade do outro".*

A continuação da espécie humana depende do encontro com o diferente. Tomamos a reflexão de D'Ambrósio (1997) para incidir sobre o encontro dos diferentes tipos de conhecimento em ambientes escolares. É comum que, em salas de aula, se proporcione o encontro com o diferente: a bagagem dos saberes adquiridos fora da escola encontra, dentro do ambiente institucional, a bagagem de saberes sistematizados nos moldes científicos. No entanto, esse encontro tem-se demonstrado frio, sem diálogo.

Nas aulas de matemática, por exemplo, geralmente limitadas ao tratamento do conhecimento matemático acadêmico, há um desconhecimento ou um não reconhecimento dos conhecimentos matemáticos contextualizados na história cultural de seus próprios alunos ou de outras populações que possuem conhecimentos matemáticos constituídos alheios aos padrões eurocentristas. Essa prática usa como justificativa a concepção de que, o papel da escola é, exatamente, o de oportunizar a aquisição de conhecimentos que não estão disponíveis fora do ambiente acadêmico. De fato, ampliar conhecimentos significar ir além do que já se conhece, porém, o que se concebe por conhecido é a superficialidade dos saberes da tradição cultural de um povo e não os seus aspectos políticos, epistemológicos e cognitivos que poderiam, também, ampliar os conhecimentos estritamente acadêmicos.

Mas como estabelecer um diálogo entre a Ciência e a Tradição, considerando simultaneamente a superação da superficialidade com que as instituições comumente concebem os conhecimentos alheios à Academia e a não restrição dos indivíduos a um conhecimento limitado à própria cultura? A aposta da pesquisa em tese é na abordagem etnomatemática para a sala-de-aula, uma abordagem em construção.

A abordagem etnomatemática vai além do subsídio metodológico para o ensino da matemática no contexto escolar. Não se trata, apenas, da melhoria do processo ensino aprendizagem da matemática, mas de desafiar e contestar o domínio de saberes e a valorização desse domínio

por alguns, sob pena de destituir outros de seus próprios valores, gerando desigualdades e desrespeitos na vida das populações, extermínios de uns para ascensão de outros dentro das sociedades. Portanto, a construção etnomatemática para o trabalho pedagógico é, sobretudo, uma proposta essencial à ética humana.

Ampliar o olhar para além da restrita matemática institucionalizada nos currículos é também contribuir para a compreensão e resignificação dessa matemática. Os saberes da tradição e os conhecimentos científicos fazem parte do espectro complexo de conhecimentos construídos e transformados de geração a geração. Não significa dizer que são indistintos, também não são exclusivistas, mas imprescindivelmente complementares. A matemática escolar segue um ciclo sincrônico de estruturas, no qual a aprendizagem solidifica-se pela repetição de conceitos e regras. A desestruturação dessa sincronia gera reorganização e surgimento de novas estruturas. A etnomatemática é uma possibilidade de "ruído" a esta organização que poderá oferecer uma referência ampliada aos moldes cognitivos usados na aprendizagem escolar. O movimento transdisciplinar entre o supostamente conhecido (etnomatemática) e o desconhecido (matemática acadêmica) é essencial à aprendizagem dos indivíduos, pois "aprender não é somente reconhecer o que, virtualmente, já era conhecido; não é apenas transformar o desconhecido em conhecimento. É a conjunção de reconhecimento e da descoberta. Aprender comporta a união do conhecido e do desconhecido" (Morin, 1999, p. 77).

Contagiar as salas de aula por uma formação científica que compreenda a Ciência como uma construção coletiva, e não por mentes iluminadas que isolam os fenômenos em busca de uma pureza, é mais que necessário. Não se pode mais negar a existência de uma interdependência simultânea em vários eventos que ocorrem cotidianamente nos mais diversos lugares do planeta. Não é mais possível se aceitar a matemática como uma construção científica isolada de todo um contexto escolar, do homem, da sociedade, da vida. No mundo atual, impulsionar um contexto científico no âmbito escolar não significa apenas conhecer a formalização da matemática acadêmica, pois "a natureza não é um dado; implica uma construção da qual nós fazemos parte" (Prigogine, 2000, p. 89), um "nós" que inclui saberes que não só extrapola o isolamento da matemática categorizada em muitos manuais didáticos, mas que também transversaliza em outras áreas do conhecimento, em outras culturas e religa passado e futuro pelo presente que somos responsáveis em fazer.

É possível que a opção por um ensino da matemática sob o enfoque etnomatemático que proponha um diálogo entre os conhecimentos da tradição cultural e como tal, compreendido numa perspectiva voltada mais ao passado que ao futuro, cause um certo estranhamento. Afinal, para que etnomatemática hoje num mundo cada vez mais futurista como o que vivemos atualmente? Creio que este questionamento não seja dos mais preocupante tendo em vista que toda humanidade seja em qualquer área de conhecimento, procura compreender suas origens estejam elas num olhar científico ou não. Um exemplo emblemático de conhecimentos tradicionalmente constituídos na cultura de um povo a milhares de anos e que até hoje é referenciado em publicações sobre ensino da matemática é o uso do ábaco. Um objeto que não se sabe ao certo onde surgiu, foi muito utilizado na Grécia e na Roma antiga (Boyer, 1996) e até hoje o é usado por países como o Japão e China, sem falar nas muitas salas de aulas nas quais o ábaco é utilizado como um recurso didático para o ensino de aritmética, principalmente nas séries iniciais. O propósito do ábaco no contexto escolar não é para substituir as máquinas calculadoras eletrônicas, mas para proporcionar às aulas de matemática algo que as máquinas eletrônicas não são adequadas a fazer. Não se trata de dizer quem é o melhor instrumento, pois cada um atende uma necessidade própria e ambos são importantes à

compreensão da construção matemática, da aritmética, dos mecanismos lógicos do sistema numérico decimal e de suas estruturas operatórias.

Compartilhar os saberes da tradição no âmbito escolar é mais que um resgate histórico cultural. É reconhecer e valorizar conhecimentos que retratam uma história do passado e do presente e que faz refletir criticamente o futuro, pois "talvez a etnomatemática não ajude a construir jatos que comumente carregam os mísseis, no entanto poderá ajudar a não construir esses jatos" (Frankenstein, 2002).

Tra(N)çando Caminhos

Eis que surge a célebre pergunta: por onde começar? Creio que não será possível responde-la, porém a busca em fazê-lo suscita criação nas idéias e nas ações. Parto do principio que é primordial a compreensão do problema. A fragmentação do conhecimento formatado para o sistema escolar configura um drástico desligamento para compreensão da vida planetária como um todo. A visão disciplinar leva a pensar que o todo se resume a soma das partes. No entanto, se fosse desse modo, bastaria as disciplinas trabalharem na melhoria introspectiva cada uma em seu métier e, depois de todas as peças ajustadas e juntadas, a mecânica do conhecimento escolar estaria pronta à funcionar sem dificuldades. O problema está mais além

As dificuldades identificadas no ensino e na aprendizagem matemática divulgadas por inúmeros trabalhos de pesquisas, relatos de experiências e constituídas ao longo de uma experiência discente e docente, situam-se numa rede de situações que interligam-se e interdepende-se, complexificando o problema. Compreender o ensino da matemática por um prisma de religação a um todo sistematizado e complexo ao qual esse ensino faz parte, a fim de gerar ações que visem o crescimento da disciplina matemática sem, contudo, dissocia-la da complexidade do mundo, e ainda, em última instância, que redundem em benefício ao indivíduo/ sociedade é o principal propósito da pesquisa em tese.

O contexto no qual este projeto está agregado encontra-se em permanente interação com outros contextos em níveis macro e mega visões, ou seja, o ensino de matemática em foco – pertinente a um contexto local, portanto micro – está relacionado a um contexto maior à nível de Brasil (macro) e a nível de Mundo (mega), seja por práticas pedagógicas, seja por posturas filosóficas, políticas ou diversidades culturais e econômicas só para citar algumas. O princípio hologramático, que em síntese identifica o todo contido quase que inteiramente em suas partes, como bem ilustra Morin (2000, p. 49) "a totalidade de nosso patrimônio genético está contida no interior de cada célula do corpo" ou ainda "a sociedade, entendida como um todo, está presente também no interior de nós mesmos pois temos sua linguagem e cultura", é usado como subsídio para a discussão do problema compreendido em uma abordagem interativa micro-macro-mega, desta feita, não relegando-a a uma aplicabilidade local.

A fase atual da pesquisa é a de captação de informações que balize a configuração de um perfil do ensino da matemática (ensino fundamental – 3º ciclo) em Abaetetuba-PA, a partir dos relatórios realizados pelas Unidades Regionais de Ensino; de questionários aplicados a professores e alunos a fim de caracterizar aspectos pedagógicos, sociais, econômicos e culturais. Em paralelo, estão sendo selecionadas pesquisas desenvolvidas na abordagem etnomatemática, no Brasil e no exterior, as quais enfocam o contexto de sala de aula; e ainda, referenciais de pressupostos teóricos e metodológicos que tangenciem a temática em questão, a princípio em três grandes eixos: complexidade, transdiciplinaridade e etnomatemática.

Após esta primeira fase, o desafio será entrelaçar o material levantado no sentido de formar redes de interações entre os aspectos pertinentes ao contexto local (sala de aula de Abaetetuba) e os de contextos mais amplos já referenciados. Nosso maior propósito será analisar as informações de forma interativa, possibilitando uma compreensão dos problemas relacionados ao ensino de matemática a partir de como eles se configuram na perspectiva da complexidade. E então? Que caminho seguir? A que veio a etnomatemática no meio deste complexus?

A escolha dos três eixos teóricos-metodológicos proporciona uma possibilidade de pensar a matemática de contexto escolar de forma não-fragmentária e não-excludente. Entre tantas lições que podemos tirar do pensamento complexo, uma é que ele deve nos conduzir a ações sobre a realidade no sentido da transformação para um estado melhor. A ação sobre os problemas é o próximo passo desta pesquisa. Usar da abordagem etnomatemática para o ensino de matemática não significar dizer que essa abordagem é uma proposta metodológica para o ensino de matemática. Entendemos etnomatemática no contexto escolar, sobretudo como congregador de princípios para ensino o qual carrega em seu cerne um olhar transdiciplinar. Compreender a atitude transdisciplinar para disciplina matemática, na percepção da tese em construção, é empreender ações que busquem o diálogo entre os saberes da tradição e o conhecimento científico, pois "embora seja viva e praticada, a cultura popular é muitas vezes ignorada, menosprezada, rejeitada, reprimida (...) isto tem como efeito desencorajar e mesmo eliminar o povo como produtor cultural e, conseqüentemente, como entidade cultural" (D'Ambrósio, 2001, p. 77).

Pretendemos organizar atividades de ensino de matemática, considerando os pressupostos discutidos em momentos anteriores a fim de exercitar a ação pedagógica dentro de uma perspectiva de religação entre Ciência e Tradição, não com propósito de homogeneizar, mas de reconhecer as diferenças e as complementariedades entre ambas. As atividades em questão não pretendem configurar-se num estudo sobre a aprendizagem matemática a partir dos saberes da tradição, como uma cartilha a ser seguida, ao acreditar como o poeta que "o caminho se faz ao andar" (Machado apud Morin, 2000, p. 21). No entanto, esta ação será mais um exemplo, um exercício a reflexão dos propósitos do ensino da matemática num espectro de alunos, escola, sociedade e vida que, para além da esfera disciplinar, possa nutrir e nutrir-se de novos conhecimentos, a fim de impulsionar novas ações no movimento inerente à constituição dos seres humanos, ações críticas para um mundo melhor.

Bibliografia

ALMEIDA, Maria da Conceição de. Complexidade e cosmologias da tradição. Belém: EDUEPA/UFRN, 2001.

BORBA, Marcelo. Um estudo etnomatemático: sua incorporação na elaboração de uma proposta pedagógica para o "Núcleo-Escola" da Favela de Vila Nogueira-São Quirino. Dissertação Mestrado em Educação Matemática 1987. Coleção Teses. Rio Claro-SP: Associação de Professores de matemática, 1994.

BOYER, Carl. História da matemática. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. A era da consciência. São Paulo: Fundação Peirópolis, 1997.

_____.Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

FOSSA, John A. (Ed.) Facetas do diamante: ensaios sobre Educação Matemática e História da Matemática. Rio Claro-SP: SBHMat, 2000.

FRANKENSTEIN, Marilyn. Ethnomathematic and its Theory. Mesa redonda proferida no II Congresso Internacional de Etnomatemática, Ouro Preto-MG, 06 de ago. 2002.

GERDES, Paulus. Etnomatemática: cultura, matemática, educação. Moçambique: ISP, 1991.

HOBSBAWM, Eric; RANGER, Terence. (Orgs.). A invenção das tradições. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

LÉVI-STRAUSS, Claude. O pensamento selvagem. 2.ed. São Paulo: Nacional, 1976.

LUCENA, Isabel. Carpinteiros navais de Abaetetuba: etnomatemática navega pelos rios da Amazônia. Natal-RN, 2002, 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MILLROY, Wendy. An ethnografic study of the mathmatical ideas of group of carpenters. Reston: NTCM, 1992.

MORIN, Edgar. O método 3: o conhecimento do conhecimento. Porto Alegre: Sulinas, 1999.

_____. Complexidade e transdiciplinaridade: a reforma da universidade e do ensino fundamental. Natal: EDUFRN, 2000.

MONTAIGNE, Michel. Ensaios 1. 2.ed. Brasília: EUB/ HUCITEC, 1997.

PRIGOGINE, Ilya. Ciência, razão e paixão. Belém: EDUEPA, 2000.

VERGANI, Teresa. Educação etnomatemática: o que é? Lisboa: Pandora, 2000.

Problemas Multiplicativos: Estudo das Representações do Cálculo Mental na Construção do Registro Matemático em Alfabetização de Jovens e Adultos

Autora: Izabel Cristina de Araujo Franco
Orientadora: Dione Lucchesi de Carvalho
Instituição: Universidade Estadual de Campinas

Tive a oportunidade de atuar como professora de Alfabetização de jovens e Adultos em 1985 quando a Prefeitura de Campinas estava implantando na empresa na qual trabalhava o projeto Educar, baseado nos princípios de Paulo Freire. Foi montada uma turma, no período noturno, com trabalhadores da produção e me vi à frente deste trabalho. Pouca experiência e muita dedicação.

Já naquela época sentia-me incomodada como o analfabetismo em nosso país, pois desejava participar efetivamente das questões sociais querendo contribuir em trabalhos sociais que buscassem resgatar a cidadania e contribuir para a (re)construção da autonomia dos "excluídos".

Como educadora voluntária, desenvolvi durante quatro anos (1992-1996) um trabalho de apoio pedagógico voltado para crianças e adolescentes em situação de risco numa casa de apoio em Campinas. As atividades fundamentavam-se em uma perspectiva de resgate e construção da autonomia.

Em 1994/5, por 40 dias, fui ao sertão da Bahia – cidade de Paripiranga – participar voluntariamente de um projeto comunitário, no qual crianças em idade escolar eram alfabetizadas por voluntárias que possuíam a 4ª série e eram "contratadas" pela prefeitura da cidade para manter uma sala de aula nas respectivas casas.

Tudo o que observei deixou-me incomodada... crianças sendo alfabetizadas sem a mínima estrutura físico-pedagógica... faltava tudo... especialmente capacitação adequada às educadoras ali constituídas.

O que eu tinha em comum com aquelas educadoras? Acima de tudo muita vontade, o desejo e o sonho de que poderia ser diferente.

Cada vez mais fui dedicando-me a aperfeiçoar meus conhecimentos, repensando constantemente minha prática pedagógica, procurando sair da "consciência ingênua"e do voluntariado tão marcantes quando se discute programas de Educação de Jovens e Adultos.

Hoje, após 15 anos da minha primeira experiência, sensível ainda à questão do analfabetismo em nosso país, proponho-me a desenvolver uma pesquisa numa área que, para nós educadores de jovens e adultos, é alvo de muitos debates, angústias e descobertas – a área de Educação Matemática.

A pesquisa de mestrado em desenvolvimento tem como proposta analisar as representações do cálculo mental utilizadas na resolução de problemas multiplicativos para construção dos registros matemáticos em alfabetização de jovens e adultos.

Procuramos explicitar, a partir de problemas multiplicativos relacionados ao tema gerador em estudo "Saúde da Comunidade", as possibilidades de registros matemáticos escolares e as diferentes maneiras de resolvê-los utilizadas pelos alunos jovens e adultos.

No presente momento de desenvolvimento da pesquisa nos colocamos a seguinte questão: Quais as possibilidades de representação em registros matemáticos escolares do cálculo mental utilizados por alunos jovens e adultos na resolução de problemas multiplicativos?

Nossa fundamentação teórica situa-se em Freire (1997), na concepção de Educação e prática pedagógica das informações produzidas em sala de aula. Estabelecendo o elo com a Educação Matemática encontramos Skovsmose (2001). Para elaboração da proposta pedagógica de intervenção em sala de aula pautamos em Carvalho (1995) na tese de doutorado e no trabalho de monografia de Florêncio (2000). Para análise buscaremos em Luria basicamente os conceitos de fala interior e fala comunicativa, a concepção de discurso desenvolvida por Bakhtin, as idéias de Vygotsky via Moysés (1997) e novamente em Carvalho (2001).

O trabalho de campo da pesquisa foi desenvolvido em uma classe multisseriada de alfabetização de jovens e adultos. As aulas aconteceram no período noturno, os alunos eram em sua maioria moradores das periferias de Campinas, Hortolândia e Sumaré. Dos 22 matriculados, contamos com uma frequência que variava entre 15 a 20 alunos por dia. Tínhamos muitos alunos desempregados e os que trabalhavam estavam vinculados a construção civil, serviços gerais (comércio e indústria), donas de casa, empregadas domésticas. A média de idade variava entre 22 a 43 anos, solteiros em maioria e a população feminina era representada por apenas 3 alunas.

Atuei como professora pesquisadora desenvolvendo meu trabalho de campo na sala onde lecionava. Era um projeto de parceria entre o Sindicato da Construção Civil, uma comunidade religiosa, 4 professores voluntários: uma estudante de Psicologia da Universidade São Francisco, um estagiário do Instituto de Física da Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, uma estudante de matemática do Instituto de Matemática, Estatística e Ciências da Computação da Unicamp e uma auxiliar com ensino fundamental. Nessa parceria o Sindicato fornecia o lanche, cadeiras universitárias, lousa e giz; a Igreja disponibilizava uma sala ampla com instalações adequadas e serviço de segurança terceirizado; os professores voluntários responsabilizavam-se pela elaboração e desenvolvimento do projeto.

A proposta pedagógica deste projeto de alfabetização era baseada nos princípios da pedagogia de Paulo Freire, trabalhando com temas geradores a partir da realidade do aluno numa relação dialógica.

Uma de nossas hipóteses de trabalho é que é possível superar a dissociação que o aluno faz entre a matemática que ele utiliza no cotidiano e da qual dá conta pelo cálculo mental e a matemática escolar.

Considerando que "as perguntas do pesquisador são, bem como seu problema, orientados por seu modo de ver as coisas, pelas teorias de que dispõe, pelas ideologias às quais se filia " (Laville & Dionne, 1999:105) e entendendo a educação "como uma prática inserida no contexto das transformações sociais... dinamizando e viabilizando as transformações... garantindo aos futuros cidadãos o efetivo acesso ao saber." (Lorenzato & Fiorentini, 2001:34) a produção dessa pesquisa se fará numa abordagem histórico-dialética, onde a relação "lógico "e "histórico "estão intimamente relacionadas, propondo possibilidades de mudanças onde o homem é

reconhecidamente um agente social e histórico, sujeito criador e transformador de sua realidade. Segundo Gamboa, a própria ciência, como produto da ação do homem, é tida como uma categoria histórica... em contínua evolução(1989:101).

Nesta abordagem a ação do sujeito sobre o objeto, no processo de construção do conhecimento, ocorre de forma dinâmica e com marcante preocupação diacrônica.

Gamboa (1989) compara as pesquisas preocupadas com a diacronia ao cinema, pelo cuidado com o registro do movimento, a evolução e a dinâmica dos fenômenos.

Será desenvolvida uma análise qualitativa das informações produzidas, procurando desenvolver o trabalho de maneira estruturada, rigorosa e sistemática. Nessa perspectiva, segundo Lorenzato & Fiorentini a objetividade se apresentará sempre como uma busca constante, que tem a ver com a transparência do procedimento, o esforço da objetivação (2001:227).

As atividades desenvolvidas em sala de aula relacionavam-se com os temas geradores discutidos e um levantamento prévio dos procedimentos de cálculo mental que foram utilizados pelos alunos-sujeitos da pesquisa, na resolução das atividades propostas. Na sala de aula os alunos realizaram:

atividades de resolução de problemas multiplicativos com uso do cálculo mental, explicitados oralmente;

b) registro matemático dos procedimentos que envolviam a resolução dos problemas

c) reflexão sobre diferentes formas de representação;

d) análise comparativa dos procedimentos utilizados a partir de seus registros em linguagem matemática buscando identificar as propriedades matemáticas utilizadas;

e) comparação dos diferentes registros com o usual escolar;

construção da tábua escolar e da tábua de Pitágoras;

resolução de problemas multiplicativos relativos à adição;

de parcelas iguais (variando os valores), à idéia de combinatória e de proporcionalidade;

h) análise das propriedades da tábua de Pitágoras.

O material de análise desta investigação se constituirá do material escrito produzido pelos alunos, registro em áudio e vídeo de episódios das aulas, registros do diário de campo da pesquisadora e entrevistas com os sujeitos da pesquisa sobre os procedimentos do cálculo mental utilizados nas resoluções dos problemas.

As categorias de análise dos dados coletados serão construídas ao longo do processo, considerando a importância da teoria nesse processo de construção. Considero que uma categoria seja básica, que refere-se as representações do cálculo mental do aluno frente as resoluções de problemas multiplicativos e as intervenções da professora-pesquisadora para a construção dos registros matemáticos dos sujeitos da pesquisa.

As informações registradas em áudio foram submetidas a uma primeira análise de forma a orientar o processo de intervenção.

Temos orientado a atual fase da análise pelo estudo:

a) dos procedimentos de cálculo mental expressos oralmente pelos alunos;

b) dos registros em linguagem matemática destes procedimentos produzidos pelos alunos;

c) reflexões sobre os procedimentos não-escolares e os escolares produzidos pelos alunos em interação com os colegas e com a professora-pesquisadora.

Serão objetos de análise, também, as produções gráficas dos alunos elaboradas em sala e entrevistas semi estruturadas.

Este é um projeto em construção, numa perspectiva qualitativa, participativa e de intervenção.

Bibliografia

BAKHTIN, Mikhail. Marxismo e Filosofia da Linguagem. São Paulo:Hucitec,1997.

CARVALHO, Dione L. A Interação entre o conhecimento matemático da prática e o Escolar. Campinas:FE – Campinas, 1995 (tese de doutorado).

_____ Diálogo cultural, negociaçào de sentidos e produção de significados matemáticos por jovens e adultos. IN: Zetetiké, vol 9, número 15/16 , p. 43-76, jan/dez, Campinas: UNICAMP-FE-CEMPEM, 2001.

FLORÊNCIO, Maria de F. S. Pesquisa Histórica e Metodológica da Multiplicação.Natal: Universidade federal do Rio Grande do Norte, 2000 - monografia

FREIRE, Paulo & SHOR, Ira. Medo e Ousadia. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

GAMBOA, Silvio A.S. Dialética na Pesquisa em Educação: Elementos de Contexto. Cap 7 . IN: FAZENDA, I. Metodologia da Pesquisa Educacional. São Paulo: Editora Cortez, 1989.

LAVILLE, Christian& DIONNE, Jean . A Construção do Saber . Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LORENZATO, S. & FIORENTINI, D. Iniciação à Investigação em Educação Matemática.Campinas: CEMPEM/ COPEMA, 2001.

LUDKE, M., ANDRÉ, M.E.D.A. Pesquisas em Educação: abordagens qualitativas.São Paulo:EDU, 1986.

LURIA, A . R. Pensamento e Linguagem: as últimas conferências de Luria. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.

MOYSÉS, Lúcia. Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática. Campinas: Papirus, 1997.

SKOVSMOSE, Ole. Educação Matemática Crítica – A Questão da Democracia.Campinas: Papirus, 2001.

Concepção Processual e Estrutural da noção de Derivada

Jayme do Carmo Macedo Leme
Sonia Barbosa Camargo Igliori
PUC-SP

Tema

Formação do conceito da noção de derivada no ensino do Cálculo.

Justificativa

Os alunos têm dificuldades em Cálculo Diferencial e Integral. Esta afirmação pode ser encontrada na fala de professores, nos resultados de exames e também em pesquisas.

Em geral, ouve-se de professores justificativas como:

Os alunos chegam na Universidade sem base;

Os alunos não estudam;

É uma disciplina difícil.

Pesquisas apresentadas no XIV PME Conference (), atestam que muitos alunos que estudaram Cálculo possuem conhecimento superficial sobre conceitos desta disciplina.

Tufle, relata que a porcentagem de sucesso da aplicação de técnicas de cálculo varia entre 73 a 92, enquanto a porcentagem de sucesso da aplicação usando os conceitos do cálculo varia entre 7 a 22.

A maior parte das questões colocadas no Provão são relativas ao Cálculo e os resultados nacionais não têm sido bons.

Entre os alunos há depoimentos como:

"Nas outras disciplinas como Álgebra ou Geometria a gente pode até saber como começar um exercício, mas no Cálculo, resolver problemas que envolvam noções de derivada são muito difíceis... Calcular limites e derivadas, isso sabemos resolver".

Esses depoimentos indicam que são as características procedimentais que parecem ser conhecidas, delegando o status de "difícil" as características estruturais do Cálculo.

Problema da pesquisa

Numa problemática relacionada ao processo de conceitualização de noções de Cálculo, em que se incluem tipos de dificuldades, relação entre conhecimentos prévios e novos, estágio de estruturalização que os alunos se encontram, direcionamos nosso problema de pesquisa a estudos da articulação de concepção processual e estrutural da noção de Derivada

Fundamentação Teórica

Segundo Sfard (1989), uma noção matemática abstrata pode ser concebida de duas maneiras fundamentalmente diferentes: operacionalmente (como processos) ou estruturalmente (como objetos). Ela declara que para maioria das pessoas, o primeiro passo para a aquisição de novas concepções matemáticas é a concepção operacional. A transição de uma concepção "processo" para uma concepção "objeto" não é feita nem rapidamente nem sem grandes dificuldades.

Interpretar uma noção como objeto significa poder referir-se a ela como se fosse uma coisa real, uma estrutura estática, existindo em algum lugar no espaço e no tempo, sendo capaz de reconhecer a idéia à "primeira vista" e de manipulá-la como um todo, sem entrar em detalhes. Uma metáfora dada por Hadamard a essa concepção é "um tipo de fisionomia", pois permite pensarmos numa coisa aparentemente complicada, mas que pode ser vista de forma simples, integrada e unificada assim como se estivéssemos vendo o rosto de uma pessoa, pois percebemos a complexibilidade ao tentar desenhar uma face sobre o papel, no entanto, um breve pensamento pode trazer o semblante, sem a necessidade de entrar em detalhes.

No entanto, interpretar uma noção como processo implica olhá-la como um potencial em vez de uma entidade real, que se evidencia quando solicitada em uma seqüência de ações.

Apesar das concepções operacionais e estruturais de uma mesma noção matemática tomarem rumos divergentes, elas se completam, tornando-se partes de uma mesma noção, onde uma complementa a outra. Assim, trataremos mais sobre dualidade do que dicotomia. Tentar denotar o grau de importância entre essas duas noções é como determinar se o pé esquerdo é mais importante que o direito numa caminhada.

Para Sfard (1991), pode se distinguir três etapas no processo de formação de conceito. Estes três estágios correspondem às relações entre processos e objetos e serão chamados de interiorização, condensação e reificação.

No estágio de interiorização, o estudante tem familiaridade com "processos" que eventualmente darão ascensão a novos conceitos. Esses processos são operações atuando sobre objetos matemáticos familiares.

A fase de condensação é um período de síntese, onde seqüências extensas de operações se tornam em unidades mais compactas. Nesse estágio, o estudante é capaz de pensar sobre um dado processo como um todo, sem a necessidade de entrar em detalhes. O processo será tratado como relações de entrada e saída. Processos também poderão ser combinados com outros processos, tornando-se mais fáceis às comparações e generalizações. A facilidade em alternar diferentes representações de um mesmo conceito também está presente no final desta fase.

A reificação ocorre quando o estudante torna-se capaz de conceber a noção como um objeto completo. Nesta fase percebe-se uma mudança ontológica na habilidade do estudante em ver alguma coisa familiar numa totalmente nova. Assim, enquanto a interiorização e condensação são mudanças longas e quantitativas, a reificação é instantânea e qualitativa, onde um processo se solidifica como um objeto, uma estrutura estática. Várias representações de um conceito tornam-se semanticamente unificadas por esta abstração.

Essas três fases são para serem entendidas como uma hierarquia, que implicam que um estágio não pode ser alcançado sem passar pelos anteriores. A transgressão dessa hierarquia pode desenvolver uma falsa abordagem pseudo-estrutural, isto é, uma tendência para identificar uma noção como sendo sua representação.

Metodologia

Nosso trabalho de pesquisa inclui um estudo histórico do conceito de derivada e, levantamento de "níveis de estruturação" sobre a noção de derivada, de alguns sujeitos.

O estudo histórico para nos permitir levantar alguns aspectos operacionais e estruturais sobre a noção de derivada, a exemplo do que fez Sfard com as noções de números naturais, números complexos e funções ().

Seguiremos as seguintes etapas para desenvolver a pesquisa:

Levantar quais são os aspectos (operacionais e estruturais) relativos à noção de derivada, a fim de integrá-los como objeto de estudo da didática da matemática;

> *"A fim de superar essas e outras limitações, a didática da matemática se viu obrigada a ampliar sua problemática, incluindo o conhecimento matemático entre seus objetos de estudo, Essa ampliação provocou mudanças importantes, dentre as quais devemos citar uma visão mais ampla e mais rica do didático, assim como a urgência do processo de estudo como objeto primário da pesquisa didática, passando ser o ensino e aprendizagem objetos secundários (embora, nem por isso menos importantes)".* (Chevallard, 2001, p. 75)

1. Procurar conhecer, por meio de um questionário e entrevista, que conhecimentos sobre derivada têm uma amostra de alunos formandos considerados bons, de Universidades consideradas boas e de Universidades consideradas médias. (Provão)

2. Fazer entrevistas com uma parte da amostra inicial para detectar os tipos de dificuldades encontradas na resolução do questionário.

Estudo sobre a Noção de Derivada

Nós apresentaremos algumas conjecturas de como as noções sobre derivadas são apresentadas aos nossos alunos, fazendo-se um paralelo com a gênese dessa noção sob o ponto de vista histórico.

"Definimos derivada de uma função f como a função denotada por f', tal que seu valor em qualquer número x do domínio de f seja dado por $f'(x) = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{f(x+\Delta x) - f(x)}{\Delta x}$, se esse limite existir" (). Atualmente, essa é a forma de se introduzir um conceito novo em matemática: um objeto abstrato é construído com ajuda de outro abstrato.

Esse enfoque trata as entidades matemáticas como coisas reais, objetos estáticos que podem ser manipulados, de acordo com certas regras, como peças de um quebra-cabeça. Este fato nos leva a crer que essas noções são apresentadas sob uma concepção estrutural.

Nosso estudo histórico levou-nos a concluir que o cálculo infinitesimal é o produto de uma grande evolução em que Newton e Leibniz desempenharam papeis decisivos. Essa evolução foi devido à necessidade de um grupo de cientistas espalhados pela Europa do século XVII, em determinar dois grandes problemas em aberto. Primeiro, o problema das tangentes (determinar

a reta tangente a uma curva). Segundo, o problema das quadraturas (calcular a área determinada por uma curva dada).

Fermat estava interessado em encontrar máximos e mínimos de funções. No gráfico, um máximo corresponde a um cume, mais alto que todos os outros "pontos próximos", enquanto o mínimo corresponde ao fundo de um vale, situado abaixo dos "pontos próximos". Para caracterizar estes pontos de máximo e mínimo parecia natural se utilizar tangentes à uma curva, sendo que estas retas traçadas de forma intuitiva pelos pontos de máximos ou de mínimos, eram retas paralelas ao eixo das abscissas. O problema estava em achar um procedimento sistematizado para calcular o coeficiente angular dessas retas tangentes, surgindo a necessidade de uma nova ferramenta matemática.

Estava também em questão a necessidade em calcular a velocidade de um objeto em um determinado momento. Quando a ciência se referencia a um intervalo de tempo, a velocidade média desse intervalo é definida pela razão entre as medidas do espaço percorrido durante o intervalo e do próprio intervalo de tempo ($\Delta s/\Delta t$). Uma vez que as leis da ciência da natureza são formuladas com base nas medidas em que os instrumentos podem aferir, tornava-se impossível efetuar uma medição em que a distância e o intervalo de tempo fossem iguais a zero.. Se, a medida do espaço percorrido for vista como função do tempo, podemos representar essa razão matematicamente pela equação $V_m(t)=\Delta s/\Delta t$. Mesmo assim, não seria possível dar significados à essa razão quando o intervalo de tempo tende a zero. Contudo, considerar uma "velocidade instantânea" era necessário e consequentemente o intervalo de tempo deveria ser exatamente zero, e tal quociente não poderia ser aceito dentro do contexto matemático, devido à impossibilidade de uma divisão por zero, emergindo a necessidade de uma nova noção matemática.

O enfoque histórico apresentado nos leva a tomar como hipótese que a noção de derivada teve em sua gênese uma concepção operacional.

Segundo nosso esquema do desenvolvimento histórico, três etapas podem ser distinguidas no processo de formação de conceito. Estes três estágios correspondem aos três "graus de estruturalização" que podem ser chamados por razões de pura análise teórica de relações entre processos e objetos. À luz de algumas análises, nosso modelo de aprendizado pode agora ser refinado a linhas similares: Se a conjectura das origens operacionais de objetos matemáticos é verdadeira, então é o processo que interfere num objeto já familiar, então a idéia de tornar esse processo em uma entidade autônoma irá emergir, e finalmente a habilidade em ver esta nova entidade como integrada, será obtida. Lembramos que estes três estágios do desenvolvimento do conceito foram denominados segundo Sfard como interiorização, condensação e reificação.

Desenvolvimento operacional-estrutural da noção de derivada (1° Estágio - Interiorização)

Utilizando o modelo apresentado por Sfard sobre o desenvolvimento operacional para estrutural de uma noção, detectamos pela análise histórica que alguns objetos necessitam ser familiares para iniciar a fase de interiorização como: números reais, funções, máximos e mínimos de funções, trigonometria, limites, operações algébricas, velocidade média, reta secante, reta tangente ao gráfico (intuitivo) e coeficiente angular da reta.

Esta fase é caracterizada pelos "processos" que atuam sobre objetos familiares. Para auxiliar a determinar estes processos, daremos o exemplo da evolução histórica do "número".

Por muito tempo, o significado do termo "número" foi restringindo para o que conhecemos hoje como número natural. Este tipo de número originou-se no processo de contagem. Foi noticiado por pesquisadores, que quando a criança aprende a contar, existe um estágio em que ela pode construir um mapeamento (de um em um entre as palavras um, dois, três, quatro...) dos objetos de um conjunto, mas não usa o último objeto para responder a questão "quantos objetos existem lá?". Sempre quando perguntado, a criança prefere repetir o processo de contagem. Este fenômeno mostra claramente a origem operacional dos números naturais. Para a criança, o processo de contagem não é um processo abstrato, sendo apenas um produto do termo "numero", sempre que este for mencionado.

De forma análoga, conjecturaramos os seguintes "processos" que atuam sobre os objetos referentes à noção de derivada:

Cálculo do limite. Este processo permite determinar um valor limite (L), utilizando objetos familiares como função, limites e velocidade média.

Em nosso estudo anterior, vimos que o quociente $\Delta s/\Delta t$, que representa uma velocidade média, permite-nos escolher intervalos de tempo cada vez menores de modo a obter uma seqüência infinita de valores, $r_1, r_2, r_3, ..., r_n, ...$ Esta seqüência pode ser tal que quanto menores forem os intervalos de tempo Δt, a razão r_n mais se aproxima de um valor fixo L, e tal que tomando-se n suficientemente grande, a diferença $|L - r_n|$ passa ser arbitrariamente pequena. Neste caso, o valor L limite da seqüência infinita poderá coincidir com a velocidade instantânea do objeto.

Cálculo do coeficiente angular da reta tangente. Este processo permite determinar o valor da inclinação da reta tangente ao gráfico de uma função num ponto, utilizando os seguintes objetos familiares (função, reta secante, reta tangente à uma curva "intuitivamente", trigonometria, máximos e mínimos e coeficiente angular da reta).

Determinar funções derivadas. Este processo permite determinar uma nova função utilizando regras, podendo ser provado por manipulações algébricas apoiados nos cálculos de limites.

O problema de sistematizar o cálculo do coeficiente angular levantado pela análise histórica foi solucionado pelo seguinte processo: Seja o gráfico de s em função de t. Nesse gráfico, $\Delta s/\Delta t$ será o coeficiente angular da reta secante à curva passando pelos pontos de abscissas x e x+Δx. Fazendo-se Δx tender a zero, dizemos que a reta secante tem uma posição limite que é a reta tangente e que tem como coeficiente angular o $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$.

Estes processos não parecem ser tão espontâneos como o processo de contagem. Realmente, a aprendizagem da matemática, especialmente em nível mais altos, não pode ser esperada sem ajuda de uma intervenção externa (professor ou livro), portanto se torna altamente dependente de um tipo de estimulo (de um método de ensino) que pode ser usado para incitar a necessidade da aquisição dos processos.

Após um longo período, processos já conhecidos são aplicados em objetos também conhecidos. O estudante se torna hábil em efetuar cálculos de limites e coeficientes angulares, além de conseguir encontra a função derivada de diversas funções conhecidas.

Desenvolvimento operacional-estrutural da noção de derivada (2° Estágio - Condensação)

Nesse estágio, processos são compactados de forma a serem tratados como relações de entrada e saída. Nesse estágio o estudante se torna mais capaz de pensar no processo com um todo, sem a necessidade de entrar em detalhes. Processos compactados podem agora ser agrupado com outros processos de modo a permitir generalizações e comparações. Qualquer dificuldade apresentada na saída desses processos servirá como gatilho para a idéia de uma nova entidade matemática.

Destacamos alguns processos compactados sobre a noção de derivada: capacidade de relacionar a derivada como uma interpretação gráfica, relacionar a derivada nos diversos contextos científicos (física, química, matemática, economia,...), relacionar funções derivadas com retas tangentes a uma função, relacionar funções derivadas com limites de razões incrementais,...

Um progresso na condensação manifestará também um crescimento da facilidade em alternar diferentes representações sobre a noção de derivada.

Desenvolvimento operacional-estrutural da noção de derivada (3° Estágio - Reificação)

Nesta fase o estudante deve tratar a derivada como um objeto completo. Ele deve ver os processos, que até então utilizava com habilidade e familiaridade, sob uma visão totalmente nova. Esta nova "visão" ocorre como um "insight", onde os processos se solidificam como um objeto, uma estrutura estática. As diversas representações da derivada são semanticamente unificadas por esta abstração.

Bibliografia

CHEVALLARD,Y. Estudar Matemáticas: O elo perdido entre o ensino e aprendizagem. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

FUSCO, C. A. S.; ALMOULOUD S. A. *Um estudo da transposição didática da derivada.* Anais IV Encontro Paulista de Educação Matemática. São Paulo. 1996.

HADAMARD, J. S. The Psychology of Invention in the Mathematics Field. Impresso da Universidade de Princeton, 1949.

LEITHOLD, L. O Cálculo com Geometria Analítica 1. 3º Ed. Tradução Cyro de Carvalho Patarra. Harbra. São Paulo, 1984.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Diretrizes Curriculares para Cursos de Licenciatura em Matemática. Versão provisória.

PRASLON, F. Continuités et ruptures dans la transition terminale S/DEUG Sciences en analyse. Le cas de la notion de dérivée et son environnement. (Tese de Doutorado). Universite de Paris 7. Paris. 2000.

ROBERT, A. Outils d'analyses des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. Recherches en Didátique des Mathématiques, vol 18/2. Ed. La Pensée Sauvage. Paris. 1998

SFARD, A. Transition from operational to structural conception: the notion of function revisited. 13ª Conferencia Internacional PME, Paris. 1989.

SFARD, A. On the dual nature of mathematical conceptions: reflections on processes and objects as different sides of the same coin. 15ª Conferência Internacional PME, México. 1989.

SILVA, B.A.; IGLIORI, S.B.C. Um estudo exploratório sobre o conceito de derivada. Anais IV Encontro Paulista de Educação Matemática. São Paulo. 1996.

Abordagem temática e conceitos unificadores: fragmentações e aproximações entre Matemática e Física no programa educativo de CN&T.

Mestranda: Janice Pereira Lopes
Prof. Dr. Méricles Thadeu Moretti
UFSC/ CED/ CFM

Justificativa

Esta proposta de pesquisa parte de questionamentos e reflexões desenvolvidos em práticas educativas de Matemática e Física no ensino fundamental e médio, na rede estadual escolar do Rio Grande do Sul.

Em decorrência da experiência docente nessas práticas educativas, tratamos da problemática da fragmentação existente no ensino escolar de Matemática e seu distanciamento da disciplina de Física. Essa situação tem provocado problemas de fracasso escolar no âmbito de tais disciplinas; pois a sua organização curricular não apresenta aproximações e relações (por exemplo, via conceitos ligados ao estudo da reta) no seu ensino.

Assim, percebe-se que a resolução de problemas utiliza conteúdos isolados das disciplinas de Matemática ou de Física, sem maiores relações e estruturações de saberes. Essa forma de organização tem dificultado uma efetiva problematização dos conhecimentos prévios dos educandos, sem que se consiga um ganho efetivo em direção ao conhecimento elaborado.

Observamos empiricamente – e na revisão da literatura, abaixo – que na forma como o ensino de Matemática e Física se apresenta, os conhecimentos desenvolvidos não se relacionam – seja entre as disciplinas citadas, seja entre séries e níveis; causando dificuldades de aprendizado aos educandos.

Há, contudo , um privilégio de "conteúdos escolares" desenvolvidos de forma isolada que pelos resultados – repetência, falta de compreensão de conceitos e suas relações, etc. – tem se mostrado insuficiente e/ou problemático, do ponto de vista educativo.

Destaca-se, portanto, a necessidade de se repensar a estruturação e fragmentação do ensino de Matemática e suas conseqüências imediatas no ensino e aprendizagem de ciências naturais; priorizando suas relações com o ensino de Física, embora não se exclua sua interferência no conhecimento das disciplinas de Química e Biologia, etc.

Propomos para o trabalho de campo práticas educativas-investigativas na interface de conceitos unificadores, mapas conceituais e abordagem educacional temática; almejando o desenvolvimento de conhecimentos relativos ao ensino de CN&T (Ciências Naturais e suas Tecnologias) e, ainda, buscando potencializar subsídios teórico-práticos para programas educativos através de reflexões relativas ao ensino de CN&T, partindo da problemática da fragmentação do ensino de Matemática e seu distanciamento do disciplina de Física no âmbito escolar, enfatizando os conceitos referentes ao estudo da reta e suas representações gráficas.

Problema de pesquisa

Nesse caminho, o problema de pesquisa que estamos propondo pode ser expresso nesta questão:

O desenvolvimento de práticas educativas via abordagem temática e conceitos unificadores pode minimizar fragmentações do ensino de Matemática e potencializar aproximações entre Matemática e Física no contexto escolar, através dos conceitos envolvidos no estudo da reta e suas representações gráficas?

Referencial teórico

A **revisão da literatura** especializada do ensino de Matemática e Física nos mostra uma série de indicadores de êxito dessa proposição. Em ANGOTTI vimos que: *o conhecimento em C&T acessível a todos os escolarizados não se dará sem se priorizar a apreensão dos CONCEITOS no sentido de universais. Essa opção pressupõe simultaneamente a ênfase no relacional, na capacidade articuladora dos conceitos de se associarem construtivamente a outros, na perseguição de estruturações e de ordenações de saberes*(1991,p.103).

O ensino de Matemática, nesse viés, poderá ser fortalecido pela via dos conceitos unificadores, pois o referido autor sinaliza tal possibilidade, assim demonstrando a viabilidade deste projeto de pesquisa. De seu lado, as relações entre os conceitos estabelecidas principalmente através das operações lógico matemáticas, também são contempladas (...) considerando-as como necessidade (Ibid., grifos meus).

Também como possibilidade de estabelecer relações e minimizar a problemática da fragmentação entre o ensino de Matemática e Física, a partir dos conceitos ligados ao estudo da reta, elegemos a utilização de mapas conceituais, conforme MOREIRA (1992). De uma maneira, mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos. Mais especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de uma disciplina ou de parte dela (MOEIRA,1992,p.2, grifos meus).

Quanto à problemática da fragmentação existente no ensino de Matemática e Física na escola, no que diz respeito, por exemplo, do raciocínio empregado na resolução dos problemas inerentes e à organização das práticas educativas, vimos que a literatura abre margem para este projeto de pesquisa. Pois, a escola não tem percebido a matemática como um objeto sobre o qual se pode atuar, inventar, reinventar... mas como um objeto a ser reproduzido fielmente, sem modificações (RUIZ, 2002,p.7).

Em relação ao ensino de Física, vimos problemas que contribuem para a sua fragmentação, como de que: o tratamento matemática, por um lado, e o empirismo, por outro tem sido utilizados de forma excessiva (AUTH, 1996,p.7).

O autor supracitado, ao propor conhecimentos que ultrapassem outras áreas além da Física, diz apoiado em ANGOTTI que: se o professor de Ciências Naturais estiver habituado a trabalhar na perspectiva temática e de conceitos supradisciplinares, assim terá melhores condições de discutir com os alunos os aspectos contemporâneos do conhecimento em sua área, bem como seus desdobramentos (ANGOTTI apud AUTH, 1996, p.32).

A literatura tem tratado do problema da fragmentação do ensino de ciências, por exemplo, ANGOTTI (1991), ANGOTTI & DELIZOICOV (1990), AUTH (1996), DE BASTOS (1995) e

GRABAUSKA (1999). Porém, não temos percebido uma relação nem a problematização mais explícitas da relação conceitual do ensino de Matemática e Física, principalmente entre os conceitos ligados ao estudo da reta e suas representações gráficas; já que se tem privilegiado questões do ensino de ciências naturais partindo, muitas vezes, de uma única disciplina, como a Física.

Portanto o inédito-viável (FREIRE,1987) e a possível contribuição deste projeto de pesquisa com os conhecimentos de CN&T parte da problematização da fragmentação do ensino escolar de Matemática, especialmente nos conhecimentos referentes ao estudo da reta, e suas possíveis relações com a disciplina de Física, que também aborda tais conhecimentos.

Assim, propomos, juntamente com os conceitos unificadores e mapas conceituais, a dinâmica educativa dos temas geradores (FREIRE,1987). Visto permitirem práticas educativas-investigativas partindo de tensões entre as visões de mundo dos educandos – senso comum – e conhecimento educacional, no caso Matemática e Física – conhecimentos elaborados.

Nessa perspectiva: é na realidade mediatizadora, na consiência que dela tenhamos, educadores e povo, que iremos buscar o conteúdo programático da educação. (...) É o momento em que se realiza a investigação do que chamamos de universo temático do povo ou o conjunto de seus temas geradores (FREIRE, 1997,p.87). A articulação de conceitos unificadores, de mapas conceituais e a dinâmica organizativa da investigação temática pretende sistematizar a investigação em torno de fragmentações do ensino de Matemática e suas possíveis aproximações com a disciplina de Física, tendo como elementos facilitadores os conceitos referentes ao estudo da reta e suas representações gráficas.

Portanto, a realização desta pesquisa pretende contribuir com reflexões e conhecimentos educativos relativos ao ensino de CN&T, partindo da problemática da fragmentação do ensino de Matemática e seu distanciamento do disciplina de Física no âmbito escolar, enfatizando os conceitos referentes ao estudo da reta e suas representações gráficas, na tentativa de minimizar tal problemática.

Deste modo, o desenvolvimento de práticas educativas- investigativas na interface de conceitos unificadores, mapas conceituais e abordagem educacional temática poderá potencializar subsídios teórico-práticos para programas educativos via problematização de possíveis aproximações entre o ensino de Matemática e Física, através dos referidos conceitos estabelecidos pela pesquisa.

Assim, o referencial teórico pode ser estabelecido, resumidamente, tendo como base os seguintes autores:

ANGOTTI,J. A. (1991).

AUTH, M. A . (1996).

FREIRE, P. (1987); (1996); (1999).

MOREIRA, M. A . (1992).

Metodologia

A metodologia da pesquisa se desenvolverá dentro de uma abordagem qualitativa e consistirá no desenvolvimento de etapas fundamentais para o diagnóstico inicial e a posterior

implementação da proposta ,buscando estabelecer relações entre as ações empreendidas nas atividades educacionais e os objetivos da pesquisa, tendo como suporte o referencial teórico já estabelecido anteriormente.

Primeira fase: esta primeira etapa consistirá nas análises preliminares, onde serão realizadas análises epistemológicas dos conceitos estabelecidos pela pesquisa bem como, a análises do ensino usual de tais conceitos. Ainda nesta fase, serão feitas análises das concepções dos alunos e de suas dificuldades referentes aos conceitos pré-estabelecidos através da utilização da abordagem educacional temática e da realização de um pré-teste, que proporcionará o reconhecimento prévio das condições iniciais dispostas antes da implementação das seqüências didáticas propostas e, ainda, diante destas informações (re)dimencionar os objetivos específicos da pesquisa. O objetivo principal da análise a priori é determinar quais são as escolhas mais oportunas a serem feitas que possibilitem um reconhecimento maior dos possíveis comportamentos dos alunos e o direcionamento destes para os objetivos das seqüências didáticas que se desenvolverão na fase seguinte.

Segunda fase: nesta etapa serão tomadas as decisões inerentes à aplicação das atividades propostas tendo como ponto de partida os resultados alcançados na primeira fase, onde foi possível se fazer o reconhecimento prévio das condições, favoráveis ou não, para o desenvolvimento da proposta de pesquisa. Deste modo, é nesta etapa da implementação da proposta que faremos o recorte coerente dos objetos do conhecimento e definiremos quais conceitos, pertinentes a proposta, desenvolveremos e de que forma se dará este desenvolvimento face as informações obtidas nas análises preliminares.

Terceira fase: esta etapa consistirá na experimentação propriamente dita, onde, para o desenvolvimento desta, faremos uso dos suportes metodológicos definidos pela proposta: os conceitos unificadores que já estarão parcialmente definidos na segunda fase e os mapas conceituais que auxiliarão no estabelecimento de relações entre estes conceitos. Após esta etapa, ainda dentro da terceira fase, tem-se a fase denominada a posteriori que tem como base o conjunto de dados já recolhidos no momento da experimentação, através de observações realizadas durante as atividades de ensino e, também, pelos resultados produzidos pelos alunos em sala de aula diante das proposições apresentadas nas atividades .Estes dados poderão, ainda, serem complementados por questionários realizados em momento estratégico a partir do ensino desenvolvido.

Para finalizar esta análise experimental será feita a validação do processo , fundamentalmente, através da confrontação entre as duas fontes de dados, especificadas durante o desenvolvimento da metodologia: a análise a priori e a análise a posteriori; buscando estabelecer um ponto de equilíbrio satisfatório entre os dados iniciais e os resultados alcançados com o desenvolvimento das seqüências de ensino.

Bibliografia

ANGOTTI, J.A. & DELIZOICOV, D. Metodologia do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 1990.

ANGOTTI, J.A. *Conceitos unificadores e ensino de ciências.* In: ANGOTTI, J.A. Fragmentos e totalidades no ensino de ciências. Tese de Doutorado, FEUSP, 1991.

____. *Conteúdos.* In: ANGOTTI, J.A. Fragmentos e totalidades no ensino de ciências. Tese de Doutorado, FEUSP, 1991.

AQUINO, J.G. Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas. São Paulo: Summus, 1997.

ARTIGUE, M. e outros; *Ferramenta informática: ensino de matemática e formação dos professores.* In: INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais. Tendências na educação matemática. Brasília: Em Aberto, 1994.

Atas do I encontro nacional de pesquisa em ensino de ciências. ANGOTTI, J.A.P.; DELIZOICOV, D.; MOREIRA, M.; ZYLBERSZTAJN, A.; (Orgs.). Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997.

AUTH, M.A.; Buscando superar a fragmentação no ensino de física: uma experiência com professores. Santa Maria: Dissertação de Mestrado apresentada ao PPGE/CE/UFSM, 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática, v.3. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática (5° a 8° séries). Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BICUDO, M.A.V. Pesquisa em educação matemática. São Paulo: UNESP, 1999.

CAMPOS, T.M.M & NUNES, T.; *Tendências atuais do ensino e aprendizagem da educação matemática.* In: INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais. Tendências na educação matemática. Brasília: Em Aberto, 1994.

CARVALHO, J.P.; *Avaliação e perspectivas da área de ensino de matemática no Brasil.* In: INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais. Tendências na educação matemática. Brasília: Em Aberto, 1994.

D'AMBRÓSIO, B.S. *A formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio.* In: Pro-posições, São Paulo: 1993.

_____. & STEFFE, L.P.; *O ensino construtivista.* In: INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais. Tendências na educação matemática. Brasília: Em Aberto, 1994.

DALL'ASTA, M.N. & TERRAZAN, E.; *Repetência e evasão em matemática no ensino supletivo e formação de professores.* In: Educação/ Centro de Educação, UFSM, vol.23, n°1, 1998. p.95-117.

DE BASTOS, F. da P. Momentos pedagógicos problematizadores: sendo desafiados nas aulas. Texto de notas de aula. Santa Maria: UFSM, 2000.

_____. Investigação-ação educacional emancipatória e prática educacional dialógica em ciências naturais. Tese de Doutorado, FEUSP/IFUSP. São Paulo, 1995.

FAYOL, M. A criança e o número: da contagem à resolução de problemas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

FREIRE, P. *Não há docência sem discência.* In. FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 12 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996, p.23-51.

____. Educação como prática da liberdade. 23 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999.

____. Pedagogia do oprimido. 17 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

GARNICA, A.V.M.; *Professor e professores de matemática: das informações que se tem acerca da formação que se espera.* In. Revista da Faculdade de Educação. Disponível em: www.scielo.br , retirado da rede em 2002.

GRABAUSKA, C.J. Investigação-ação na formação dos profissionais da educação: redimensionando as atividades curriculares de ciências naturais no curso de pedagogia. Santa Maria: Tese de Doutorado apresentada ao PPGE/CE/UFSM, 1999.

GRAVINA, M.A. & SANTAROSA, L.M.; A aprendizagem da matemática em ambientes informatizados. Disponível em: www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/117.html, retirado da rede em 2002.

INEP-Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Educacionais. Tendências na educação matemática. Brasília: Em Aberto, 1994.

KAMII, C.A. A criança e o número. São Paulo: Papirus, 1985.

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais no ensino da física. Porto alegre: Instituo de física – UFRGS, 1992.

NETO, E.R. Didática da matemática. São Paulo: Ática, 1987.

PAIVA, M.A.V; Saberes profissionais de professores que ensinam matemática: um diálogo com professores experientes. Disponível em: www.apm.pt/iemxii/saprofenm.pdf , retirado da rede em 2002.

PIAGET, J. e outros, La enseñanza de las matemáticas. 3 ed. Madrid: Aguiar, 1968.

POLYA, G.A. A arte de resolver problemas. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

RUIZ, A.R.; *Matemática, matemática escolar e nosso cotidiano.* In: A página da educação. Disponível em: www.a-pagina-da-educacao.pt.br , retirado da rede em 2002.

TERRAZAN, E.A.; *Analogias e metáforas: o estado da arte no ensino de ciências.* In: Atas do I encontro nacional de pesquisa em ensino de ciências. ANGOTTI, J.A.P.; DELIZOICOV, D.; MOREIRA, M.; ZYLBERSZTAJN, A.; (Orgs.). Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997.

VIEIRA, R.; *Quotidianos, matemática e escola.* In: A página da educação. Disponível em: www.a-pagina-da-educacao.pt.br , retirado da rede em 2002.

O PENSAR MATEMÁTICO E AS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO: desafios ou oportunidades à prática do professor?

Jaqueline Magalhães Brum
Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES
Orientadora: Prof. Drª Lígia Arantes Sad

Introdução

Diversos sociólogos, entre eles Castells (1999) e Tedesco (1995), e escritores como Toffler (1980) dizem que estamos vivendo uma revolução, uma transformação na forma de organização social, econômica e política. "Sociedade da informação", "sociedade pós-industrial", "sociedade do conhecimento", "terceira onda" são apenas algumas das expressões utilizadas para definir essa nova estrutura social. Alvin Toffler (1970) já chamava a atenção para essa revolução social e mencionava sua preocupação com uma educação mais voltada para a diversidade e para a flexibilidade. O fato é que essa nova estrutura é fortemente apoiada nas tecnologias da informação e comunicação, também chamadas de TICs.

Esse mundo em transformação requer novos parâmetros definidores de competências e qualificações profissionais, que apontam, segundo Tedesco (1995, p. 48) os chamados:

> *...serviços simbólicos[...] aqueles que se referem aos três grandes tipos de atividade que se realizam nas empresas de alta tecnologia: identificação de problemas, solução de problemas e definição de estratégias. Nesse grupo incluem-se os projetistas, os engenheiros, os cientistas, os pesquisadores, os responsáveis por relações públicas, os advogados, etc.[...] o exercício de sua atividade implica o desenvolvimento de quatro capacidades básicas: a abstração, o pensamento sistêmico, a experimentação e a capacidade de trabalhar em equipe.*

Os serviços simbólicos são exatamente as profissões exercidas pelos analistas simbólicos que, por sua vez, são os profissionais com formação superior. Incluído nesse universo está o professor e mais especificamente o professor de Matemática. As capacidades a que Tedesco se refere nos parecem fortemente apoiadas na Matemática, uma vez que Dreyfus (1991) nos diz que a abstração está ligada aos processos de representação, generalização e síntese e que estes ocorrem em algum nível do pensar matemático avançado, bem como a resolução de problemas não triviais está fortemente apoiada na reflexão, que é um metaprocesso e uma característica importante do pensar matemático.

Percebemos, então, a Matemática como ciência básica da informática e das telecomunicações, que juntas produziram todo esse avanço tecnológico, permitindo novas formas de comunicação e de obtenção da informação. Desse modo, vemos o pensar matemático como pano de fundo contribuindo para todas essas transformações. Então, ficamos nos questionando: **em que aspectos o pensar matemático do professor de Matemática contribui ou não para a compreensão e utilização de TICs em sua prática docente?**

Nessa pergunta estamos entendendo que, por meio de observação da prática desse professor em sala de aula, estaremos analisando de que modo as concepções do que seja o ensino-aprendizagem da Matemática, adquiridas ao longo de sua formação e experiência profissional, influenciaram a sua prática, bem como estaremos analisando se seu trabalho pedagógico integra o uso de TICs. Se integra, pensamos estar esse profissional contribuindo para diminuir as dificuldades e as inseguranças que o uso dessas tecnologias possam provocar, uma vez que a transposição do saber científico para o saber didatizado, trabalhado de forma integrada com as TICs, pode contribuir para um ensino mais transversal, reflexivo e menos formal, já que o seu uso permite uma prática mais próxima do real por meio de simulações. Nesse caso, estaremos investigando os tipos de pensar matemático que possam ter contribuído na sua formação e que ainda se fazem presentes ao se utilizarem de TICs em sala de aula. Se não integra, vamos tentar entender os fatores de obstrução que não permitem que essa integração aconteça.

Hipótese

A hipótese na qual inicialmente nos apoiaremos é a de que o professor de Matemática - bacharel ou licenciado em Matemática, Engenharia, Física, formado em Ciência da Computação ou em outras da área de exatas - tem "em tese" mais facilidade para trabalhar com o ambiente informacional por três razões. Primeiramente, porque, se esse professor teve em sua formação inicial, de modo mais acentuado, o desenvolvimento do pensar matemático avançado - da abstração por meio de representações diversas, da capacidade de generalização e de síntese - provavelmente isso o ajuda a entender melhor o ambiente informacional. Segundo, porque, se esse professor teve em sua formação inicial ou por meio de sua prática desenvolvido estratégias de ensino nas quais ele aprendeu articular o conteúdo do pensar matemático, a história de como se deu essa construção e sua evolução a uma maior aplicabilidade da Matemática nas novas TICs, fazendo com que o uso da informática se dê de forma contextualizada, promovendo um ambiente de simulação favorável a aprendizagem. Terceiro, porque, se esse professor teve na sua formação inicial o uso do computador e de pelo menos uma linguagem informacional, isso o torna mais familiarizado com esse tipo de ambiente, ou seja, esse professor já foi alfabetizado informacionalmente.

Justificativa

A informática, como ferramenta de auxílio para o entendimento de questões matemáticas, é um assunto bastante discutido e pesquisado. É sabido da utilização de computadores para demonstração de questões matemáticas difíceis de serem visualizadas e/ou calculadas, e o computador exerce um papel fundamental para sua demonstração, podendo, até mesmo, gerar novas questões a serem estudadas. Chegar ao pensamento dedutivo a partir do concreto tem sido amplamente discutido e sabemos de sua importância para a construção do conhecimento. Entretanto, acreditamos nos fundamentos, não como verdades acabadas, mas como parte de um processo contínuo de construção, desconstrução e reconstrução, em que a Matemática, a educação matemática e a história da matemática, possam também contribuir para ajudar professores a trabalharem melhor questões relacionadas com a informática. Pensamos que os conceitos, a preocupação com a construção desses conceitos e sua contextualização perante o mundo atual convivem com a construção dos modelos informacionais. O pensamento abstrato, o raciocínio lógico, a construção de

modelos são apenas alguns exemplos de como a Matemática pode contribuir para que a informática seja compreendida e possa ser utilizada de forma mais eficaz. Por esse motivo, estaremos trabalhando sempre considerando como o pensar matemático pode ajudar na compreensão das TICs.

No livro "Pesquisa em Educação Matemática: concepções & perspectivas" , D'Ambrósio nos diz: "*...a matemática é a espinha dorsal do conhecimento científico, tecnológico e sociológico*" (1999, p. 107). Carrera de Souza, no mesmo livro, fala-nos sobre o reencantamento do mundo a partir de uma proposta de construtivismo social, que, como metateoria, buscaria desenvolver a interdisciplinaridade englobando as áreas das ciências "Exatas", "Experimentais" e "Humanas" (p. 147). Os dois autores fazem a mesma triangulação que utilizamos para justificar o nosso estudo. Estaremos neste trabalho, preocupados em diagnosticar e analisar a transversalidade do ensino da Matemática com referência às áreas que têm relação direta com as TICs e seus reflexos na formação e prática pedagógica do professor.

Uma justificativa para este trabalho são os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs que defendem essa transversalidade por meio do ensino de uma Matemática com significado, resultado das conexões estabelecidas entre ela e as demais disciplinas, entre ela e o seu cotidiano e entre os diferentes temas matemáticos. Nesse caso, os recursos didáticos, como jogos, livros, vídeos, calculadoras, computadores e outros, desempenham um papel importante, mas precisam estar integrados a situações que levem ao exercício da análise e da reflexão, em última instância, à base da atividade matemática, que é o pensar matemático. Os PCNs vêem as ferramentas informacionais como um desafio a ser vencido pela escola. Desafio esse que seria a incorporação do computador como mais uma forma de comunicação e de conhecimento típico da cultura informacional, cada dia mais indispensável nesses novos tempos (PCNs, 2000).

Outro indício de que as pré-noções em que nos baseamos podem estar certas, são os estudos desenvolvidos pelo GPIMEM – Grupo de Pesquisa em Informática outras Mídias e Educação Matemática da UNESP – Rio Claro. Desde 1996, sua equipe trabalha com a professores de Matemática de escolas da região. Primeiramente, com calculadoras gráficas e, posteriormente, com o uso de laboratórios de informática. Segundo Borba & Penteado (2001, p. 53-68), apesar de a prática docente ter sido sempre complexa, de alguma forma, toda essa complexidade não fugia do controle do professor e ele se sentia seguro em uma prática que lhe conferia uma certa autoridade – "zona de conforto", mas a instabilidade do sistema informacional faz com que os professores passem a trabalhar numa "zona de risco".

No entanto, apesar de ser estressante trabalhar com novas tecnologias, pode ser um convite a novas práticas, na qual a sala de aula deixa de ser um lugar de reprodução e transmissão de conhecimento, para ser um lugar não geográfico, onde o conhecimento possa ser construído por todos. O grupo do GPIMEM, além de ser um referencial no assunto, é responsável por um trabalho que ajuda, por meio de novas mídias, professores de Matemática a trabalharem melhor seus conteúdos. Acreditamos que muito do pensar matemático é utilizado nesse trabalho desenvolvido por esse grupo de educadores matemáticos, justificando, dessa forma, o sentido que a nossa pesquisa quer retratar, que é tentar demonstrar que o pensar matemático facilita a compreensão e utilização das TICs.

Uma outra justificativa para a problemática que apresentamos é a importância da transposição didática – que são as transformações que um saber determinado sofre desde a

sua criação até o momento de sua exposição didática. Não estamos com esse olhar vendo a transposição como uma justificativa para a pesquisa, mas tentando entender o que possa vir a ser uma barreira à aquisição dos saberes, no caso específico do nosso trabalho, o saber matemático e suas conexões. Acreditamos que vivenciamos uma época em que a evolução das idéias e conceitos passa por uma ruptura em relação ao paradigma anterior focado no ensino tradicional de transmissão do conhecimento, trazendo influências para a transposição e conseqüentemente, para o trabalho de professores em relação às novas tecnologias.

Em linhas gerais, a transposição é um conjunto de rupturas, de movimentos e de transformações que se operam quando um elemento do saber teórico torna-se didatizado. A esse conjunto das fontes de influências que atuam na seleção dos conteúdos Chevallard denomina de "noosfera" – da qual fazem parte: cientistas, professores, especialistas, políticos, editores, autores de livros e tantos outros agentes que interferem no processo educativo influenciando o saber ensinado. Portanto, a transposição didática se preocupa em desvelar como esses saberes, que foram produzidos por instituições de produção científica, transformam-se em saberes a serem ensinados, por um lado, e como se comportam quando circulam na prática pedagógica concreta, por outro lado (Chevallard, 1991; Bronckart, 1995; Pais, 2001).

Objetivos

Temos por objetivo geral analisar, a partir da prática do professor de Matemática, como o pensar matemático contribui efetivamente para o entendimento da linguagem informacional.

Os objetivos específicos são:

- identificar e analisar se o conhecimento que os professores de Matemática produzem, a partir dos fundamentos matemáticos recebidos por meio de sua formação, contribuem para a compreensão e a utilização das TICs;
- identificar, caracterizar e analisar que concepções sobre o ensino-aprendizagem da Matemática esses professores possuem e se elas estão de acordo com a sua prática;
- identificar, caracterizar e analisar se essas concepções funcionam como elementos bloqueadores ou como facilitadores;
- identificar se os professores trabalham seus conteúdos de forma integrada ou desconectada em relação às TICs;
- identificar, caracterizar e analisar as causas integradoras ou desagregadoras para uma atitude interdisciplinar;
- propor uma ação futura, dependendo dos resultados obtidos.

Referencial teórico

O referencial teórico que dará suporte à pesquisa estará centralmente focalizado em Castells, Dreyfus, D'Ambrósio, Lévy e Chevallard. As estratégias utilizadas para elencarmos esse referencial estão baseadas nas palavras-chave do nosso trabalho, que são: sociedade da

informação, pensar matemático, educação matemática, tecnologias da informação e comunicação e transposição didática. Porém, sabemos que os autores mencionados não esgotam todas as possibilidades para o nosso estudo e estaremos, na medida em que a pesquisa avançar trabalhando outras fontes e outros autores.

Metodologia

O estudo que pretendemos realizar será uma pesquisa qualitativa, com quatro professores de Matemática do ensino médio e fundamental (5ª a 8ª série), que trabalham em diferentes contextos de ensino. Estaremos trabalhando com instituições que tenham laboratório de informática.

Estamos chamando a nossa pesquisa de um estudo de caso e optamos por utilizar para a coleta de dados os seguintes instrumentos:

observação - estaremos tentando desvelar como esses professores vêm explorando, em suas exposições em sala de aula e em laboratórios de informática o pensamento abstrato, a experimentação, o raciocínio lógico, a criatividade e verificar se alguma relação é estabelecida entre o ensino, a compreensão e a aplicabilidade da Matemática à informática;

relato livre - para que o professor, no máximo em uma ou duas páginas, possa dizer o que ele pensa sobre o uso de TICs em sua prática docente e se o pensar matemático, de alguma forma, pode estar contribuindo para o desenvolvimento de seu trabalho;

entrevista semi-estruturada - para buscar informações sobre a formação profissional recebida e se a sua fundamentação teórica o ajuda a melhor compreender as TICs;

análise documental do material didático utilizado em sala de aula - livros, manuais, fichas, planos de aula, software e outros, uma vez que também influenciam a prática do professor.

Acreditamos que esses quatro instrumentos nos possibilitarão entender a influência do pensar matemático. Pretendemos acompanhar esses professores por um período de quatro meses em suas exposições teóricas e práticas – salas de aula e laboratórios.

O processo de escolha dos quatro professores se deu da seguinte forma: como ponto de partida, fizemos uma visita a Secretaria de Educação (SEDU) do nosso Estado, especificamente ao Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo), para buscarmos algumas indicações de escolas públicas da Grande Vitória que poderiam atender ao objeto a ser pesquisado. De posse dessa lista e junto com informações obtidas no site do ProInfo/ES, montamos uma outra lista de prováveis escolas a serem visitadas por ordem da proximidade dos municípios que compõem a Grande Vitória – Vitória, Vila Velha, Serra, Cariacica e Viana. Caso na visita às escolas pertencentes ao município de Vitória, não encontrássemos escolas em que pudéssemos estar trabalhando, então buscaríamos em um município mais próximo. Com relação às escolas particulares, a escolha se deu segundo a facilidade encontrada por meio de contato direto com algumas escolas do município de Vitória.

Para análise dos dados, estaremos nos apoiando na Análise do Discurso e do Conteúdo. Todos os dados coletados nas entrevistas e nas transcrições, resultantes das observações, passarão, depois de nossa análise, pela concordância dos sujeitos envolvidos.

Resultados parciais

Apesar de a pesquisa não estar concluída, alguns resultados já podem ser comentados. No início, tínhamos dúvidas e queríamos verificar com os professores de Matemática se eles tinham as mesmas intuições nossas. Então, elaboramos um questionário que foi respondido pelos alunos das duas últimas turmas do mestrado em Educação Matemática, com a intenção de verificar, além de outras coisas, se a pré-noção que tínhamos de que a Matemática poderia ajudar a compreender e utilizar melhor as novas tecnologias era também compartilhada por outros professores de Matemática. O resultado foi que 75% responderam positivamente, levando-nos a continuarmos trilhando por esse caminho, pois entendemos, a partir daí, que não estávamos sozinhos em nossas considerações iniciais.

A princípio, pensamos em focar os nossos estudos no programa do MEC de Informatização das Escolas Públicas, criado pela Portaria nº 522, de 9 de abril de 1997. Pensamos, então, em analisar a capacitação de professores multiplicadores e daqueles que estão atuando em escolas. Para tanto, de acordo com o documento do Ministério da Educação e do Desporto -"Recomendações Gerais para a Preparação dos Núcleos de Tecnologia Educacional", versão de julho de 1997, teríamos três instituições a serem estudadas: Universidade – responsável pela formação de professores, por meio de cursos de especialização latosensu, com duração de 360 horas para os multiplicadores dos núcleos; NTE (Núcleo de Tecnologia Educacional) – responsável pela formação dos professores do ensino fundamental e do ensino médio, que atuam nas escolas com equipamentos e softwares fornecidos pelo MEC; e a Escola – onde se encontram os profissionais que trabalham cotidianamente com tecnologias informacionais.

Resolvemos, então, começar os nossos estudos procurando saber um pouco mais sobre o único curso de formação para multiplicadores ministrado de forma presencial, no período de 31-6-97 a 21-11-97, pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), pois assim estaríamos estudando a primeira das três instituições a serem pesquisadas. Estávamos interessados a priori em saber quais tinham sido as disciplinas ofertadas, pois acreditávamos que algum conteúdo do pensar matemático estivesse presente na grade e, nessa busca, descobrimos que um trabalho de pesquisa já havia sido desenvolvido sobre a formação dos multiplicadores do ProInfo/ES. Trata-se da dissertação de mestrado de Teixeira (2001), na qual foram abordadas duas das três instituições que estávamos interessados em trabalhar. Isso fez com que mudássemos o foco de nossa pesquisa para a instituição que não havia sido pesquisada - a escola.

Porém, por meio do trabalho citado, conseguimos as disciplinas que foram oferecidas no curso de formação dos multiplicadores e, ao analisarmos a grade, ficamos então nos perguntando: por que o conteúdo ministrado foi básicamente informacional? O que teria levado os profissionais da educação responsáveis pela elaboração do curso a somente estarem mais preocupados com o desenvolvimento de habilidades técnicas? Ainda não temos essas respostas, mas esse fato deixou-nos curiosos para desvelar como esses professores têm trabalhado seus conteúdos de forma a atender aos objetivos do ProInfo: melhorar a qualidade do processo ensino-aprendizagem, propiciar uma educação voltada para o progresso científico e tecnológico, preparar o aluno para o exercício da cidadania numa sociedade desenvolvida e valorizar o professor. Percebemos nos objetivos do ProInfo uma preocupação pedagógica de não apenas desenvolver habilidades técnicas o que não ocorreu na grade do curso de especialização, mas de a informática passar a ser utilizada como um recurso na construção do conhecimento, ajudando o professor a refletir sobre idéias e conceitos. Se acreditamos que o

pensar matemático é de grande importância para atingir esse objetivo, então concluímos que esse objetivo pode não ter sido atingido.

Descobrimos em nossos estudos que outras tentativas de informatizar o ambiente escolar já haviam sido implementadas anteriormente à criação do ProInfo. Borba & Penteado (2001, p. 19-26) nos falam da importância que o uso da informática tem despertado para a educação e dos programas governamentais, nos níveis fundamental e médio, que vêm acontecendo no País, desde a década de 80. Com a realização do I Seminário Nacional de Informática Educativa, surgiram projetos voltados para a informática na educação, tais como: Educom, Formar e o Proinfe. Hoje já temos um novo projeto que é o Telecomunidade, lançado em fevereiro de 2001 pelo presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, que tem a intenção de colocar um computador para cada 25 alunos nas escolas públicas de nível médio em todo o País, com recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust).

Pensamos ser todas essas iniciativas muito válidas, uma vez que a sociedade da informação aí está posta, haja vista as metas e os recursos fornecidos às escolas por meio da SEDU, para os projetos do ProInfo e atualmente para o Telecomunidade. Porém, não conseguimos deixar de expressar a nossa preocupação e achamos que a comunidade e os professores têm que estar atentos aos investimentos gastos e procurar trabalhar para que fatores externos ao ensino não acabem interferindo no processo e para que esses laboratórios não se tornem apenas depósitos de equipamentos estragados, como já aconteceu no passado.

A partir daqui iniciamos a nossa pesquisa de campo, observando a prática dos professores de Matemática nas instituições em que fomos acolhidos, buscando verificar a hipótese central na qual nos apoiamos para o desenvolvimento deste estudo. No momento, este trabalho encontra-se na fase da coleta de dados e análise preliminar.

Bibliografia

BORBA, M. de C.; PENTEADO, M. G. Informática e educação matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

BRASIL. Secretaria de Educação. Parâmetros curriculares nacionais: matemática. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

BRONKART, J. P. La transposición didáctica en las intervenciones formativas. Genebra: FPSE – Universidad de Ginebra [199_].

CASTELLS, M. A sociedade em rede. 4. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

D'AMBRÓSIO, U. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999.

De SOUZA, A. C. C. O reencantamento da razão: ou pelos caminhos da teoria histórico-cultural. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999.

DREYFUS, T. Advanced mathematical thinking processes. In: TALL, D. Advanced mathematical thinking. London: Kluwer Academic Publishers, 1991.

LÉVY, P. As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática. São Paulo: Editora 34, 1993.

PAIS, L. C. Didática da matemática: uma influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

TEDESCO, J. C. O novo pacto educativo: educação, competitividade e cidadania na sociedade moderna. São Paulo: Ática, 1995.

TEIXEIRA, D. A formação de professores multiplicadores para os núcleos de tecnologia educacional (NTEs), no Espírito Santo: programa de informática educativa. Vitória, 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal do Espírito Santo.

TOFFLER, A. O choque do futuro. 7. ed. Rio de Janeiro: Record, 1970.

TOFFLER, A . A terceira onda. 25. ed. Rio de Janeiro: Record, 1980.

Bibliografia Complementar

BACHELARD, G. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. Modelagem matemática no ensino. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

BIANCHETTI, L. Da chave de fenda ao leptop: desafios à educação. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

BISHOP, A. J. Mathematical values in the teaching process. In: BISHOP, A. J.; OLSEN, S.; VAN DORMOLEN, J. Mathematical knowledge: it's growth through teaching. London: Kluwer Academic Publishers, 1991.

BORBA, M. de C.; PENTEADO, M. G. A informática em ação: formação de professores, pesquisa e extensão. São Paulo: Olho d'Água, 2000.

CEBRIÁN, J. L. A rede. 4. ed. São Paulo: Summus, 1998.

D'AMBRÓSIO, U. Educação matemática: da teoria à prática. 8. ed. São Paulo: Papirus, 1996.

FOUCAULT, M. Microfísica do poder. 16. ed. Rio de Janeiro: Graal, 1979.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. A construção do saber. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

NOVAK, J. D. Aprender criar e utilizar o conhecimento. Lisboa: Paralelo, 2000.

PONTE, J. P. da, et al (Orgs.). Didáctica da Matemática: matemática – ensino secundário. Lisboa: ISBN, 1997.

Educação Matemática Bilíngüe: Internet E Aquisição De Vocabulário

Joni A. Amorim (autor)
DSIF - FEEC - UNICAMP
Mauro S. Miskulin (orientador)
DSIF - FEEC - UNICAMP
Rosana G. S. Miskulin (co-orientadora)
CEMPEM - FE - UNICAMP

Introdução

Educar em uma Sociedade da Informação é muito mais do que treinar pessoas no uso das novas tecnologias (MISKULIN, 1999); trata-se de formar os indivíduos para "aprender a aprender" de forma a prepará-los para a contínua e acelerada transformação da base tecnológica. A convergência da base tecnológica que o Brasil e o mundo experimentam neste momento decorre do fato de se poder representar e processar qualquer tipo de informação de uma única forma, a digital. A educação via Internet se adequa a esta convergência, seja através do oferecimento de educação e treinamento com materiais instrucionais totalmente dirigidos à Internet seja como apoio aos tradicionais cursos presenciais.

O uso crescente de computadores no trabalho e o alto crescimento das ocupações altamente relacionadas ao uso de informática fez com que o treinamento em computação se tornasse prioritário na formação educacional de qualquer pessoa. Uma exposição precoce às tecnologias de informação é hoje vista como fundamental para a preparação de uma força de trabalho integrada à realidade da era da informação.

O que é um trabalhador da era da informação? Os trabalhadores da era da informação são os cientistas de computação, o que inclui os administradores de bancos de dados, os especialistas em suporte à computação, e todos aqueles que lidam diretamente com computadores; os trabalhadores da era da informação são também os engenheiros de computação, os analistas de sistema e os programadores de computadores. Mas os trabalhadores da era da informação também são os responsáveis pela inserção de dados em bancos de dados, profissionais de saúde que operam computadores dedicados ao diagnóstico de doenças, cientistas que utilizam a Internet e os computadores em suas pesquisas, professores que utilizam as novas tecnologias para ensinar, fazendeiros que utilizam recursos de sensoriamento remoto para prever as condições do tempo e recursos estatísticos para determinar o momento ideal da venda de seus produtos, etc. Enfim: os trabalhadores da era da informação são todos aqueles que utilizam os recursos da informática em seu trabalho.

Neste contexto, tem papel fundamental o educador matemático (MISKULIN, 1999), o qual deve tornar a informática parte integrante da realidade do aluno. Assim, este trabalho retrata atividades realizadas em uma escola bilíngüe da cidade de Campinas, estado de São Paulo, Brasil.

O tema principal é o uso da Internet em educação matemática bilíngüe, tendo-se como foco a aquisição de vocabulário. Justifica-se esta pesquisa pela pequena quantidade de trabalhos realizados em educação matemática bilíngüe no Brasil e suas conexões com a Internet e a globalização.

Atividades desenvolvidas

Durante o segundo semestre de 2001, foi iniciado um projeto que priorizava a incorporação do uso de computadores (e da Internet, em especial) nas aulas de matemática ministradas em Português a alunos da sexta-série.

Foram propostas atividades semanais para os alunos; tais atividades consideravam inúmeros temas direta ou indiretamente relacionados aos temas de matemática desenvolvidos em sala de aula. Dada a situação de bilingüalismo, havia uso tanto da Língua Inglesa como da Portuguesa, o que permitia a utilização de inúmera atividades que buscavam garantir a aquisição de vocabulário (inclusive com o uso de dicionários impressos e na Internet).

A maioria dos alunos optou por entregar as resoluções via Internet, o que permitiu a formação de um banco de dados com os e-mails dos alunos. Um fragmento de uma resposta enviada pode ser lido a seguir:

"As 'Internet Activities' são boas para o 'BP Math' porque faz os alunos mexer em um computador e trabalhar na Internet. Isso é importante porque é um outro jeito para aprender, eles precisarão de técnicas de computador para no futuro, ter trabalhos melhores e tem mais e mais atualizadas informações do que em um livro ou a mente limitada de um professor."

Outro exemplo:

"Eu acho que sim porque quando eu crescer a coisa que eu mais vou usar talvez seja Internet para trabalhar e para fazer outras coisas e com o avanço da tecnologia eu também tenho que sempre estar acompanhando ele porque se eu parar no tempo quando eu crescer não vou saber usar estas novas coisas."

De forma a oferecer um suporte online aos estudantes, foi também desenvolvido pelo professor uma "página" na Internet (figura 1).

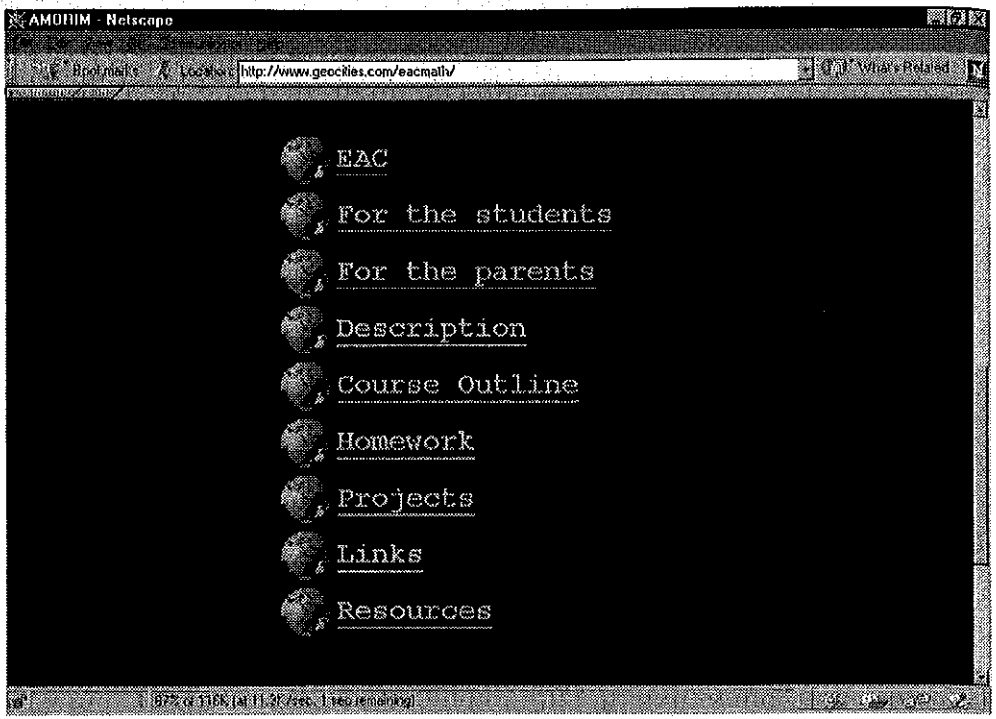


Figura 1 – Página na Internet para alunos da sexta série
http://www.geocities.com/eacmath/

Uma segunda "página" na Internet (figura 2) foi desenvolvida com um jogo para o ensino de frações.

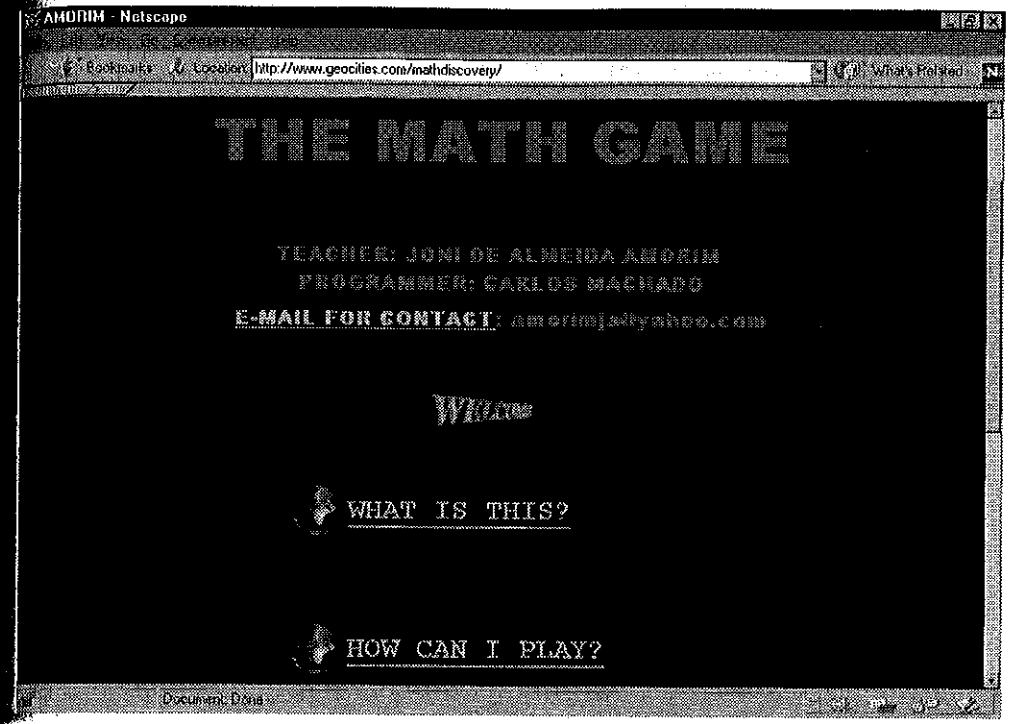


Figura 2 – Página na Internet para alunos da sexta série
http://www.geocities.com/mathdiscovery/

Dada a grande dificuldade em se gerenciar o enorme fluxo de emails por parte dos alunos, surgiu o interesse de se utilizar uma ferramenta de gerenciamento de cursos via Internet. Com o auxílio de Mariana Rocha (NIED - UNICAMP - http://teleduc.nied.unicamp.br/~teleduc/) e de Rosana Miskulin (FE - UNICAMP – http://www.unicamp.br/), foi iniciado o uso da ferramenta TELEDUC, conforme indica a figura 3. Já utilizando o TELEDUC, novas atividades foram desenvolvidas, com a que motivava os alunos a contrufrem histórias em quadrinhos explorando conceitos de Matemática, utilizando o software HagáQuê (http://www.nied.unicamp.br/~hagaque/), conforme indica a figura 4.

Os alunos reagiram de forma bastante positiva ao uso do TELEDUC, identificando-se com o ambiente e considerando-o de fácil utilização.

Resultados e considerações finais

Conforme indica J. PASTORE, em "Educação, o que conta é qualidade" (O Estado de S. Paulo, http://www.estado.estadao.com.br, 17 de Julho, 2001) *"...o Brasil possui ainda 13% de 'analfabetos literais' e 29% de 'analfabetos funcionais'. Além disso, as pesquisas indicam que a maioria dos nossos alunos tem um domínio precário de linguagem, matemática e ciências". "... 780 mil professores das escolas de primeiro grau (56%) não passaram pela universidade e 124 mil (9%) não concluíram sequer o segundo grau". "Não há outra saída: os países que desejam desfrutar dos benefícios da modernização têm de equipar seus povos com conhecimentos de alta qualidade. É isso que permite absorver inovações e criar outras. A alfabetização digital é essencial. A capacidade de comunicar-se adequadamente é indispensável". "No Brasil, levantamento recente mostrou que só 30% dos brasileiros leram livros nos últimos três meses, incluindo-se aí a Bíblia, textos religiosos, de culinária, informática e material em quadrinhos".*

Em resumo, este trabalho, o qual faz parte do projeto "Ambientes Computacionais na Exploração e Construção de Conceitos Matemáticos no Contexto da Formação Reflexiva de Professores", coordenado por Rosana Giaretta Sguerra Miskulin (CEMPEM - UNICAMP - http://www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/), constatou que a influência das novas tecnologias pode ser bastante positiva; em especial, o uso da Internet parece ter aumentado o interesse dos alunos por matemática, algo que por si só já justificaria novas experiências nesta direção. Ademais, os pais dos alunos também aprovaram a iniciativa.

Este projeto de pesquisa, ainda não concluído, busca também analisar situações de aprendizagem colaborativa em ambientes virtuais de aprendizagem e aplicativos para a autoria de conteúdo didático passíveis de reutilização no contexto da educação matemática, o que leva à inclusão de novas soluções tecnológicas, como o SCORM (http://www.adlnet.org/) e o MathML (http://www.w3.org/Math/mathml-faq.html).

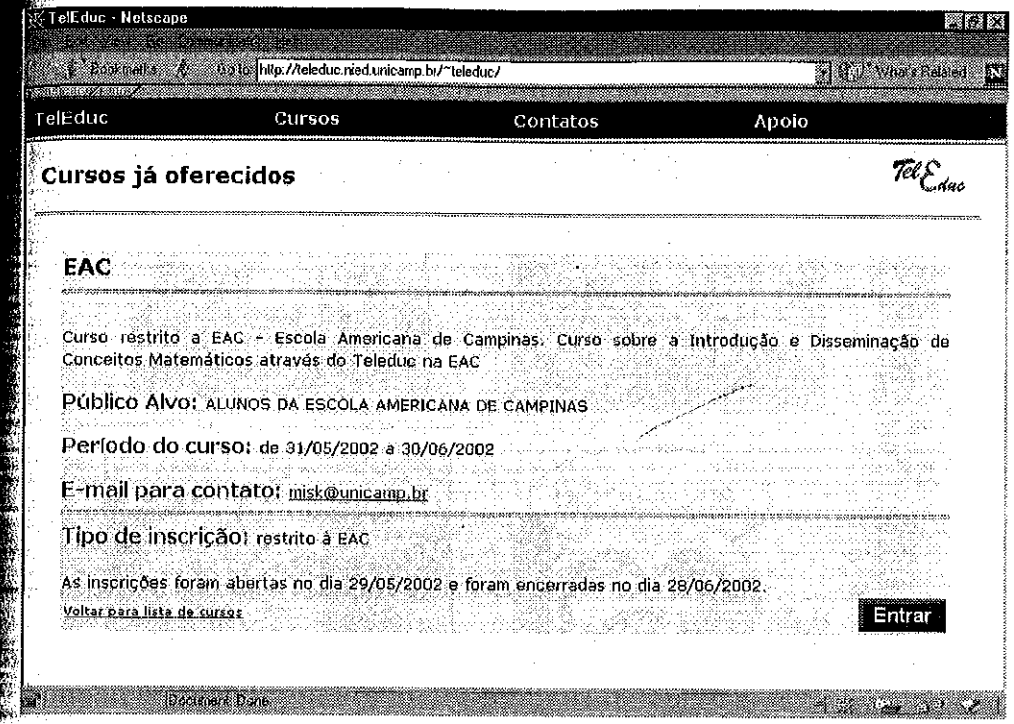


Figura 3 – Página na Internet mostrando o uso da ferramenta TELEDUC
http://teleduc.nied.unicamp.br/~teleduc/

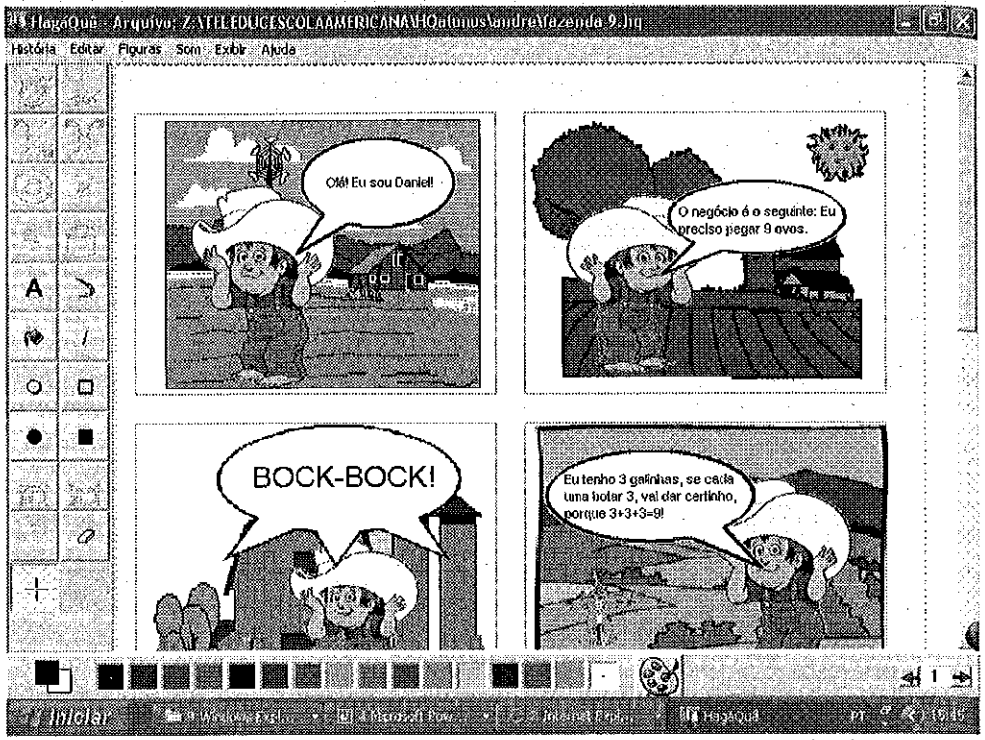


Figura 4 – Página do TELEDUC mostrando uso do software HagáQuê

Bibliografia

MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra (1999). Concepções Teórico-Metodológicas Sobre a Introdução e a Utilização de Computadores no Processo Ensino/Aprendizagem da Geometria. Faculdade de Educação da UNICAMP - Tese de Doutorado em Educação na Área de Educação Matemática, 1999.

O autor

Joni de Almeida Amorim é Matemático pela UNICAMP e realiza mestrado pelo Departamento de Semicondutores, Instrumentos e Fotônica da Universidade Estadual de Campinas; endereço para contato:

DSIF - FEEC - UNICAMP

Cidade Universitária Zeferino Vaz - Av. Albert Einstein 400 - Bloco A - Sala 209

Caixa Postal 6101 - CEP 13081-970 - Campinas - SP - BRASIL

Agradecimentos

À FAPESP pelo apoio ao projeto "Ambientes Computacionais na Exploração e Construção de Conceitos Matemáticos no Contexto da Formação Reflexiva de Professores" do Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática Mediada por Computador, coordenado por Rosana Giaretta Sguerra Miskulin; este laboratório (http://www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/) está localizado no Círculo de Estudos, Memória e Pesquisa em Educação Matemática da FE da UNICAMP.

O Ensino de Geometria: Análise das Atuais Tendências

José Antônio Araújo Andrade/Adair Mendes Nacarato
Universidade São Francisco

Tema

O tema central desse estudo é o ensino de geometria. A proposta de trabalho é investigar e analisar o atual contexto do ensino de geometria no Brasil, fazendo uma retrospectiva histórica das principais tendências que se fizeram presentes nesse campo do saber escolar. Essa retrospectiva envolverá tanto a evolução da geometria enquanto campo do saber científico, quanto a do seu ensino, resgatando os momentos de tentativas de mudanças no enfoque euclidiano.

Justificativas

A motivação para a presente pesquisa é resultado das leituras realizadas ao longo do ano de 2001, na condição de membro participante do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (NEPEM), que funciona junto ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação na Universidade São Francisco, coordenado pelas professoras Adair Mendes Nacarato e Alexandrina Monteiro. Uma das leituras que despertou a atenção foi a do texto de FIORENTINI (1995) quando este discute as tendências presentes no ensino da matemática no Brasil.

Diante das indagações do grupo naquela ocasião e considerando minha própria trajetória como estudante da educação básica e graduação, marcada pela ausência do ensino de Geometria, fiquei instigado com relação a essa área do conhecimento matemático, o que me impulsionou a realizar leituras sobre a problemática.

Segundo NACARATO (2001, p. 84):

> *"Entender o atual contexto do ensino de geometria exige um retrospecto da história do próprio ensino de matemática no Brasil, sempre marcado pela dualidade: escolas profissionais para as classes populares, com ênfase numa matemática utilitária e escolas destinadas à elite, com a inclusão da Aritmética, Álgebra e Geometria do currículo (PAVANELLO,1993). Já o ensino da geometria se pautava por uma abordagem dedutiva-euclidiana clássica."*

Historicamente, essa tendência perdurou na escola secundária por muitos anos. O ensino de geometria foi marcado por três grandes momentos: a geometria euclidiana que predominou até os anos de 1960; a geometria das transformações que veio a partir dos anos 60 com o advento do Movimento Matemática Moderna e o momento atual.

A geometria euclidiana sempre esteve presente nos programas de matemática sem grandes questionamentos até o final do século XIX. Tida como disciplina indispensável à formação intelectual dos indivíduos e ao desenvolvimento do espírito. Essa geometria de caráter axiomático dedutivo, era ensinada tal como Euclides organizou nos Elementos: partindo-se de definições postulados e axiomas chega-se aos teoremas, dentro de um encadeamento lógico.

Se, por um lado, a teoria proposta por Euclides recebeu críticas e questionamentos pelos matemáticos, principalmente pelo seu caráter mais intuitivo, gerando inclusive a criação de novas geometrias - as geometrias não-euclidianas - em decorrência do V postulado; por outro, enquanto disciplina escolar, nenhuma contestação recebeu até a publicação da obra de

CLAIRAUT "Elementos de Geometria", em 1741. Esse matemático foi o primeiro a se preocupar com o ensino da geometria. Para ele a geometria era, sem dúvida uma ciência abstrata, mas as dificuldades apresentadas pelos iniciantes eram decorrentes da maneira como era ensinada. Nesse sentido, propõe que o ensino dessa ciência deveria basear-se em sua origem histórica, partindo de problemas ligados a medições de terra e de distâncias acessíveis e inacessíveis, tal como faziam os egípcios e outros povos antigos. Acreditava que dessa forma os principiantes em geometria, por meio de investigações e descobertas chegariam às teorias geométricas.

SCHUBRING (1999, p.24), ao analisar a obra de Clairaut afirma-se que:

> *"o enfoque de Clairaut foi moldado pelo público a que se dirigia: embora o livro fosse um texto didático, não foi concebido para ser usado na escola, mas sim para os propósitos de uma certa Marquesa (du Châtelet) que desejava se instruir em um pouco de matemática para o lazer, como passatempo, e de forma alguma para qualquer uso sério (um tipo semelhante de literatura instrutiva são as cartas de Euler a uma Princesa). Esse fato explica o interesse principal de Clairaut: "não espantar os iniciantes"*

Schubring considera que a contribuição de Clairaut foi com relação à concepção de livro didático, visto ter lançado como metodologia do ensino o caminho utilizado pelos inventores em suas descobertas matemática.

No desenvolvimento que a matemática teve no século XIX, principalmente na sua segunda metade, quando surgem as mais contundentes críticas à geometria euclidiana. Estas vieram de David Hilbert, que influenciado pela *"idade do rigor no século XIX"* (Boyer 1974, p.444), dá à geometria um caráter puramente formal, tal como já recebera a álgebra e a análise, retirando dela todas as hipóteses ocultas, falhas lógicas e aspectos intuitivos. Hilbert introduz o famoso "*Grundalagen der Geometrie*" (Fundamentos da geometria), acabando assim com o nível intuitivo-empírico das antigas concepções de geometria e assumindo pontos, retas e planos como elementos constituintes de um conjunto dado.

Se, por um lado, a matemática enquanto saber científico passa por uma série de transformações, tornando-se mais simbólica e abstrata; por outro, ela ainda não tinha recebido nenhum tratamento pedagógico para se transformar em saber escolar. As questões do ensino ainda não haviam sido consideradas pela comunidade matemática.

A primeira tentativa de se discutir o ensino de matemática vai ocorrer no início do século XX, em decorrência do primeiro Movimento Internacional de Modernização do Ensino de Matemática, liderado por Felix Klein. Quando do 4º Congresso Internacional de Matemática, realizado em 1908, em Roma, os matemáticos de diferentes países se organizaram em comissões para discutir o ensino de matemática, bem como levantando dados sobre as tendências de ensino presentes nos diferentes países. Uma das bandeiras do movimento seria a substituição da obsoleta matemática por uma mais moderna, ou seja, principalmente aquela produzida no século XIX. Isso representou no campo da geometria as primeiras palavras de ordem "Abaixo Euclides". Segundo MIORIM (1995, p.11):

> *"Realmente, esse alerta pode ser percebido na análise do Elementos de Euclides feita por Felix Klein, na parte relativa à geometria de seu livro 'Matemática elemental desde un punto de vista superior'. Segundo ele, tal análise seria justificada pela existência do que chamaria de 'culto a Euclides' e que seria um forte empecilho à entrada das idéias modernas nas escolas."*

Para Felix Klein, essas idéias impediam a entrada de uma matemática mais aplicada, que era uma das grandes defesas do movimento renovador. Esse movimento no Brasil vai receber o apoio principalmente de Euclides Roxo e vai influenciar a Reforma Francisco

Campos. No entanto, na prática as mudanças propostas pouco influenciaram a concepção de ensino de geometria e constata-se uma forte influência da obra de Hilbert nos livros didáticos de geometria da primeira metade do século XX, em que o rigor axiomático se acentua.

No entanto, até a década de 1930 o ensino de matemática era fragmentado em Álgebra, Geometria, Aritmética e Trigonometria. A partir da reforma Francisco Campos, em 1931 – sob influência do movimento renovador do início do século – , esses diferentes campos são unificados sob a denominação "Matemática". Mas essa mudança na terminologia não representou uma efetiva integração entre os diferentes campos, embora se percebia, ao menos, a existência de um equilíbrio enciclopédico entre eles e a geometria se mantinha num lugar respeitado, sem sofrer alterações de abordagem.

A década de 1960 vai representar um marco no ensino de Matemática no Brasil – é a influência do Movimento da Matemática Moderna, movimento mundial que representou uma tentativa de unificar os três campos da matemática (aritmética, álgebra e geometria) via teoria dos conjuntos e estruturas algébricas. Com ele, nova proposta para o ensino de geometria – agora com ênfase na linguagem da teoria dos conjuntos e nas geometrias de transformação. Tentativa que se frustrou, dentre outros motivos, pela própria falta de preparo e compreensão dos professores, o que provocou o abandono do seu ensino ou passou a ter uma abordagem eclética (MIORIM, MIGUEL E FIORENTINI,1993).

A geometria deixa de estar presente nos currículos escolares nas décadas de 1960 e 1970, principalmente. Segundo PIRES (2000, p.34), houve predominância dos temas algébricos em detrimento dos geométricos e a geometria foi tratada como tema ilustrativo dos conjuntos e da álgebra.

Ao final do ano de 1970, quando o próprio Movimento da Matemática Moderna já vinha sendo questionado nos mais diferentes países pelos educadores matemáticos, inicia-se um movimento mundial de reformas curriculares. No Brasil, nesse bojo de reformas, destaca-se a ênfase no resgate do ensino de geometria. A atenção de muitos educadores matemáticos se voltaram para o ensino de geometria, tentando recuperá-lo em todas as séries da educação básica. Esse fato se faz presente no significativo número de pesquisas realizadas na década de 80, na publicação das Propostas Curriculares de diferentes estados brasileiros e nos livros didáticos. Verificou-se não apenas uma tentativa de resgate do ensino de geometria, mas também uma nova concepção. Não se trata apenas da retomada da geometria euclidiana, na sua forma clássica, mas sobretudo de se apoiar numa abordagem mais intuitiva e experimental, encaminhando-se para uma dedução nas séries mais avançadas (MIORIM, MIGUEL E FIORENTINI, 1993).

Essa perspectiva de se iniciar o ensino da geometria de uma forma mais intuitiva parece ser um consenso entre os educadores matemáticos atuais e vem sendo defendida há alguns anos. CASTELNUOVO (1970), já defendia a necessidade de um curso de geometria intuitiva antes da racional - por ela entendida, como hipotética-dedutiva. Para a autora, essa geometria intuitiva é que dará as bases sobre as quais se constrói a racional. Essa necessidade didática se justifica em função do caráter epistemológico da geometria. Defende ainda que *"o ente geométrico se forma na mente humana por abstração, a partir de observações de objetos reais e de experiências sobre estes"* (CASTELNUOVO:1970, p.83). Daí a necessidade de um curso experimental, onde os axiomas encontram raízes naturais.

No entender da autora, as experiências concretas e o recurso à ação - entendido no sentido de operar, experimentar sobre o objetivo - é que servirão de base à abstração . O uso

de desenhos é para um curso de geometria intuitiva, visto ser o desenho estático, comprometendo a liberdade de pensamento.

No Brasil, nos últimos anos, muitas pesquisas vêm sendo realizadas sobre o ensino de geometria e a sua incorporação nos currículos da educação básica (NACARATO, 2000; PASSOS, 2000; GAZIRE, 2000; FIDELI, 2002). Entretanto, sabe-se que há um grande distanciamento entre pesquisas, documentos oficiais publicados e a realidade da prática pedagógica. GAZIRE (2000, p.193) apresenta um estudo em que aponta o não resgate das geometrias, identificando a existência de um *analfabetismo geométrico* apontando como solução dois caminhos: *a) existência de uma proposta de ensino; b) o surgimento de uma liderança.*

É fato notório que os documentos oficiais nem sempre retratam as diversas mudanças no cenário educacional e as razões pelas quais elas acontecem, impedindo, muitas vezes uma compreensão mais ampla das propostas pelos professores que atuam em sala de aula. As atuais pesquisas na área vêm buscando elementos para a compreensão dessa problemática.

Nesse momento de reflexão sobre a temática, algumas questões emergem como: por que há esse distanciamento entre as propostas curriculares e ação pedagógica? Onde estão as dificuldades na compreensão dos documentos? Na formação do professor? Por quê há 20 anos os educadores vêm discutindo o resgate do ensino de geometria e isso de fato ainda não ocorreu?

A hipótese inicial deste trabalho é que uma das razões desse fato é a diversidade de linguagens e abordagens para o ensino de geometria e é nesse contexto que a presente pesquisa será desenvolvida.

Problema da pesquisa

Os diferentes estados brasileiros há aproximadamente 20 anos estão envolvidos em discussões curriculares, com elaboração de propostas com a inclusão da geometria e há de se considerar ainda a atual política educacional do país. O MEC vem adotando uma série de políticas públicas com o objetivo de reestruturar a educação básica brasileira. Dentre essas medidas destacam-se a implantação dos Parâmetros Curriculares Nacionais(PCN) e Avaliação Nacional do Livro Didático. Os PCNs incluem a geometria no bloco de conteúdos "espaço e forma", presente em todas as séries do Ensino Fundamental. A avaliação do livro didático tenta garantir a presença da geometria em todos os livros recomendados, sendo condição que esta não fique restrita aos capítulos finais do livro, além da exigência de mudanças em suas abordagens.

> *Constata-se ainda, uma variedade de publicações para o professor sobre atividades de geometria em sala de aula, embora muitos desses materiais não forneçam ao professor subsídios para um trabalho efetivo em sala de aula (NACARATO, 2000).*

Haveria uma consonância entre as concepções de geometria presentes nesses diferentes materiais? Pode-se falar numa tendência única para o ensino de geometria? Essa tendência seria nacional ou mundial? Os documentos curriculares nacionais acompanham

essas tendências? Ou até mesmo pode-se falar em uma tendência única no ensino da geometria no Brasil no momento atual?

Essas e outras questões vêm motivando a presente pesquisa. Nesse sentido, é oportuno colocar o problema norteador da mesma:

Que tendências se fazem presentes no atual ensino de geometria? De que forma essa(s) tendência(s) vêm(vem) se manifestando no campo da pesquisa no contexto mundial da Educação Matemática? E como essa(s) tendência(s) se manifesta(m) na produção curricular no Brasil?

Trata-se de um estudo histórico sobre o ensino de geometria em especial no Brasil, destacando os principais movimentos nos últimos anos. Para tal, analisar-se-á, num primeiro momento, os tipos de abordagens dada à geometria em cada momento da Educação Matemática no Brasil, na tentativa de identificar e compreender as suas atuais abordagens ou tendências e se essas são decorrentes de movimentos nacionais ou mundiais. Assim, para se compreender o momento atual da geometria é necessário recuperar a sua trajetória tanto como campo de saber científico, quanto de saber escolar. Desta forma, o trabalho se apoiará numa discussão teórica dos fundamentos da geometria de Euclides, Clairaut, Hilbert e Klein numa análise curricular dos programas e propostas curriculares nacionais e algumas internacionais. Serão considerados ainda alguns aspectos epistemológicos do conhecimento geométrico (BISHOP, 1983; HERSHKOWITZ, 1990; FISCHBEIN, 1993; Pais, 1996, dentre outros) que, com certeza, devem estar influenciando esse movimento curricular, pois segundo NACARATO (2001), tais aspectos se fazem presentes nos Standards americanos (publicação do NCTM), Proposta Curricular para o Ensino de Matemática do Estado de São Paulo e Parâmetros Curriculares Nacionais.

Referencial teórico

Os autores citados no corpo da justificativa deste texto constituem a base teórica que dará sustentação ao estudo que será desenvolvido.

Metodologia

Por se tratar de uma pesquisa bibliográfica e histórica, a análise documental é o método de coleta de dados mais indicado. Guba e Lincoln (apud LUDKE e ANDRÉ, 1981) apresentam uma série de vantagens para o uso de documentos na pesquisa ou na avaliação educacional. Em primeiro lugar destaca-se o fato de que os documentos constituem uma fonte estável e rica. Persistindo ao longo do tempo, os documentos podem ser consultados várias vezes e inclusive servir de base a diferentes estudos, o que dá mais estabilidade aos resultados obtidos. Outra vantagem dos documentos é que são uma fonte não reativa, permitindo a obtenção de dados quando o acesso ao sujeito é impraticável, ou quando a interação com os sujeitos pode alterar seu comportamento ou seus pontos de vista.

No caso da presente pesquisa a análise documental se centrará nos anais dos seguintes eventos nacionais de Educação Matemática: encontros regionais, com ênfase no encontro paulista (EPEM) e nos encontros nacionais (ENEM) e eventos internacionais: CIBEM (Congresso Ibero-americano de Educação Matemática), CIAEM (Conferência Interamericano de Educação Matemática) e ICME (International Congress on Mathematical Education). Serão ainda analisados: propostas curriculares estaduais, Parâmetros Curriculares Nacionais, os Standards do National Council of Teachers of Mathematics (NCTM-USA), além de propostas de alguns países (principalmente Portugal e Espanha). A opção por esses três países deve-se à hipótese de que eles vêm influenciando a produção curricular brasileira.

A pesquisa encontra-se ainda em fase inicial, visto ser este meu primeiro ano de mestrado. No momento, além de cursar as disciplinas obrigatórias do curso, estou envolvido no levantamento bibliográfico para a coleta de dados.

Bibliografia

BISHOP, A. J. Space and Geometry. In LESH, R. e LANDAU, M. (eds.), Acquisition of Mathematics Concepts and Processes. Academic Press – A Subsidiary of Harcourt Brace Jovanovich, Publishers: New York, USA, pp.175-203, 1983.

BISHOP, A. J. Visualizing and mathematics in a pre-technological culture. In Educational Studies in Mathematics (10), pp.135-146. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1979.

BOYER, C.B. História da Matemática. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Secretaria de Educação Fundamental. Brasil: MEC/SEF, 1997.

CASTELNUOVO, E. Didactica de La Matemática Moderna. Série Matemáticas. México: Ed. Trillas, 1970.

CLAIRAUT, A. C. (1741). Elementos de Geometria. Trad. José Feliciano. São Paulo: Typ.Siqueira, Salles & C. 1909.

FIDELI, J. Geometria Espacial: uma análise sobre visualização e representações gráficas de objetos tridimensionais, segundo os critérios de Mitchelmore. Bragança Paulista/USF (Dissertação de Mestrado),2002.

FIORENTINI, D. Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. In: Zetetiké, CEMPEM/F. E. UNICAMP, Ano 3 – número 4, 1995, pp. 1-37, novembro de 1995.

FISCHBEIN, E. The Theory of Figural Concepts. In Education Studies in Mathematics 24, pp. 139-162. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1993.

GAZIRE, E.S. O não resgate das geometrias. Campinas/SP: Faculdade de Educação/Unicamp(Tese de doutorado), 2000. 218p.

GUTIÉRREZ, A. Children's Ability for Using Different Plane Representations of Space Figures. In A. R. BATTURO (ed.). New Directions in Geometry Education. Brisbane, Australia: Centre for Math. and Sc. Education, Q.U.T, 1996b, pp. 33-42.

GUTIÉRREZ, A. Las Representaciones Planas de Cuerpos 3-Dimensionales em la Enseñanza de La Geometria Espacial. In Revista Ema, vol.3, N.3, 193-220, 1998.

HERSHKOWITZ, R. Psychological Aspects of Learning Geometry. In A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education. ICMI Study Series. Edited by Pearla e Keremy Kilpatrick, 1990.

KLINE, M. O fracasso da matemática moderna. São Paulo: IBRASA, 1976.

LINDQUIST, M. M. e SHULTE, A. P. Aprendendo e Pensando Geometria. Tradução Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994.

LORENZATO, S. Por que não Ensinar Geometria? In A Educação Matemática em Revista, Ano III, n. 4, 1º semestre, Blumenau: SBEM, 1995.

LUDKE, MENGA, ANDRÉ, MARLI E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EDU, 1986, pp. 25-45.

MIORIM, M. A., MIGUEL, A., FIORENTINI, D. Ressonâncias e dissonâncias do movimento pendular entre Álgebra e Geometria no currículo escolar brasileiro. In: Zetetiké, CEMPEM/F. E. UNICAMP, Ano 1- número 1, pp. 19-39, Março de 1993.

MIORIM, M. A., MIGUEL, A.,FIORENTINI, D. Álgebra ou Geometria: para onde Pende o Pêndulo? In: Pro-posições, Volume 3- número 1 [7], pp.39-53, março de 1992.

MIORIM, M.A. O ensino de Matemática: evolução e modernização. Campinas/SP: Faculdade de Educação/Unicamp(Tese de doutorado), 1995, 218p.

NACARATO, A.M. Educação continuada sob a perspectiva da pesquisa-ação: currículo em ação de um grupo de professoras ao aprender ensinando geometria. Campinas/SP: Faculdade de Educação/Unicamp(Tese de doutorado), 2000, 323 p.

_____. Geometria no Ensino Fundamental: fundamentos e perspectivas de incorporação no currículo das séries iniciais. In: SISTO, F., DOBRANSKY, E., MONTEIRO, A. O cotidiano escolar: questões de leitura, matemática e aprendizagem. Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista:USF, 2001, p.84-99.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. Tradução portuguesa. Portugal: Associação de Professores de Matemática e Instituto de Inovação Educacional, 1989.

PAIS, L. C. Intuição, Experiência e Teoria Geométrica. In Zetetiké.. v. 4, n. 6, julho/dezembro, pp. 65-74, Campinas: CEMPEM /FE/ UNICAMP, 1996.

PASSOS, C. L. B. Representações, Interpretações e Prática Pedagógica: A Geometria na Sala de Aula. Campinas: FE/UNICAMP. (Tese de Doutorado), 2000.

PAVANELLO, R. M. O abandono do ensino da geometria: uma visão histórica. Campinas: UNICAMP (Dissertação de Mestrado), 1989.

_____. O abandono do ensino de Geometria no Brasil: causa e conseqüências. In: Zetetiké, CEMPEM/F. E. UNICAMP, Ano 1 – número 1, pp. 7-17, março 1993.

PERSPECTIVES ON THE TEACHING OF GEOMETRY FOR THE 21ST CENTURY. In Education Studies in Mathematics, n. 28, pp.91-98. Belgium: Kluwer Academics Publishers, 1995.

PIRES, C.M.C. Currículos de Matemática: da organização linear à idéia de rede. São Paulo: FTD, 2000.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos Normas Pedagógicas. Proposta Curricular para o Ensino de Matemática: 1º grau. São Paulo: SE/CENP, 1988.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos Normas Pedagógicas. Proposta Curricular de Matemática para o CEFAM e Habilitação Específica para o Magistério. São Paulo: SE/CENP, 1990.

SÃO PAULO. Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos Normas Pedagógicas. Proposta Curricular para o Ensino de Matemática: 2º grau. São Paulo: SE/CENP, 1990.

SCHUBRING, G. Análise de livros didáticos históricos de Matemática. Notas de Aula. PUC do Rio de Janeiro, Departamento de Matemática, 1999. (mimeo)

Um estudo Etnomatemático

José Augusto dos Santos
Profª.Dra. Alexandrina Monteiro
Universidade São Francisco – USF

Tema

Um estudo etnomatemático dos saberes matemáticos usados pelos trabalhadores do comércio e os saberes matemáticos escolares.

Justificativa

O ensino de matemática escolar, em especial, do ensino médio, tem sido alvo de muitas discussões e críticas, principalmente após os resultados do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, no qual os baixos índices de acertos de matemática evidenciam a precariedade no ensino de tal disciplina.

Muitas dessas discussões têm girado em torno da necessidade de se buscar um ensino que propicie uma formação mais ampla e crítica, com o objetivo de formação da cidadania e possibilitando também ao estudante, atuar ativamente no mercado de trabalho.

Essas discussões geraram, entre outras coisas, o mais novo documento curricular – Parâmetros Curriculares Nacional do Ensino Médio – PCNEM, o qual pretende oferecer uma formação integrada e interdisciplinar, tendo como eixo norteador a problematização e a relação entre o conhecimento escolar e cotidiano.

Essa proposta, ainda incipiente, mostra-se como uma mudança radical ao que vinha sendo proposto até então. O vestibular e o modelo disciplinar têm sido os grandes indicadores do modelo curricular do Ensino Médio, entretanto, a partir dessa nova proposta pretende-se desvincular o vestibular do ensino médio, bem como discutir o modelo disciplinar, na tentativa de buscar outras possibilidades.

Sem entrar na discussão, nesse momento, sobre a diferença de enfoque entre as escolas particulares e públicas e a relação entre elas e o vestibular, e, ainda sobre o que significa uma proposta nacional para um país com tantas diferenças, pretendemos aqui abordar a questão da relação entre os saberes escolares e cotidianos.

Na proposta dos PCNEM, a relação entre saberes cotidianos e escolares deve ocorrer por meio de problematização, ou seja, a resolução de problemas é um dos grandes eixos norteadores dessa proposta. Essa articulação compreende o conhecimento escolar como uma referência para a resolução de problemas aplicativos. Nesse sentido, essa articulação é pensada no interior do campo metodológico.

Podemos, entretanto, pensar essa articulação entre os saberes cotidiano e escolar a partir de um outro ponto de vista: a Etnomatemática. Nessa perspectiva, essa relação insere-se no campo curricular; o objetivo aqui é o da legitimação das práticas que constituem o fazer do dia-a-dia. Desse modo pretende incluir as relações de poder no âmago dessa proposta de articulação de saberes.

Nesse sentido, acreditamos ser necessárias pesquisas que possam explorar essas práticas cotidianas e escolares na tentativa de esclarecer e desvendar as possibilidades e tensões nesse processo de articulação, tão banalizados nos discursos oficiais e cotidianos.

A busca por relacionar o saber escolar e cotidiano tem gerado práticas fazeres pedagógicos que comprometem, do nosso ponto de vista, a formação dos educandos. Há casos em que essa articulação resume numa prática centrada em modelos cotidiana, já explorada e conhecida dos educandos, não possibilitando a estes superarem o senso comum, em outros casos, pretende-se tornar a escola um centro de treinamento para atender as necessidades das empresas da região.

Diante disso, a comunidade escolar parece não ter clareza, ainda, sobre o significado dessa articulação entre saber escolar e cotidiano.

A etnomatemática é considerada uma área de pesquisa recente, sendo primeiramente conceituada por D'Ambrósio. Para esse autor, a etnomatemática é a arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender nos diversos contextos culturais (1998, p.5-6).

No Brasil, o primeiro encontro em que esta proposta foi mencionada foi na 5ª Conferência Interamérica de Educação Matemática, realizada na Unicamp em Campinas no ano de 1979, cujas discussões baseavam-se em torno de uma tendência sociocultural da Educação Matemática em contexto nacional.

Desde sua primeira "definição", o termo Etnomatemática vem sendo usado para identificar vários tipos de trabalhos, o que decorre das variadas possibilidades de abordagem. Desse modo, em 1992, em Quebec, no Canadá, o próprio Prof. D´Ambrósio reconheceu a dificuldade de se conferir um sentido único a esse termo. Diante disso, ele propôs um conceito provisório: "o conjunto de todas as concepções que as/os diferentes pesquisadores tem dado ao termo" (Knijnik, 1996).

Essa variedade de "definições" que encontramos sobre etnomatemática repousa sobre uma linha mestre, ou seja, como campo de conhecimento com características próprias, tal proposta está interessada em resgatar e valorizar os saberes matemáticos praticados por diferentes grupos sociais, em especial, aqueles saberes que não encontram distinção no ambiente escolar.

Trata-se, portanto de uma proposta que busca a articulação entre conhecimentos escolares e cotidianos, não como um processo de aplicação de um campo (em geral do campo escolar) no campo do cotidiano, mas sim de uma articulação que permita que os conhecimentos até então excluídos do âmbito escolar, não legitimados, passem a incorporar o currículo oficial. Knijnik (1997, p.35) discute a exclusão produzida pelos conhecimentos para se referir aos efeitos sociais produzidos pelos saberes que não estão autorizados a circular nos currículos escolares. Não se trata aqui de negar o acesso ao saber escolar, mas sim de questionar: por que esses saberes e não outros? Quais as contribuições das práticas e saberes cotidianos no processo de escolarização? Qual o significado da escolarização em nossa sociedade?

Essas questões e preocupações estão vinculadas às teorizações contemporâneas sobre currículo que, deste modo, se constituirão, também, em aporte teórico para o desenvolvimento dessa pesquisa. Nas teorizações contemporâneas sobre currículo Silva (1995,p.184) afirma que:

O currículo pode ser considerado o primo pobre da teorização educacional. Quando se pensa e fala em educação, imediatamente se destacam questões de política educacional, de organização do sistema escolar, de financiamento e administração de recursos, às vezes de métodos de ensino e de pedagogia (...). Discussões sobre currículo só ganham o centro das atenções quando surgem alguma proposta de introdução de uma nova disciplina (...) ou a volta de uma disciplina antiga e abandonada (...). De resto, o currículo é tomado como algo dado e indiscutível, raramente sendo alvo de problematização, mesmo em círculos educacionais profissionais.

As teorizações sobre currículo como objeto de pesquisa, surge nos Estados Unidos na década de 20, com a proposta de Bobbit baseada nos princípios científicos da administração que Taylor estabelece. Nessa época, a idéia de currículo era de organização e desenvolvimento de procedimentos de técnicas tendo como característica central: ensino, aprendizagem, avaliação, metodologia, didática, organização, planejamento, eficiência e objetivos.

O objetivo naquela época era a introdução de um currículo nacional que desenvolvesse os valores e conhecimentos necessários para o desenvolvimento do projeto de um mundo capitalista. Desse modo essa proposta passou a ser referência para muitos países, inclusive o Brasil.

O currículo passou assim a ser um instrumento de controle que procurava a homogeneização e a incorporação de normas e preceitos da classe dominante.

O currículo, conforme afirma Silva (1999), mostra-se como um documento de identidade, refletindo os anseios e necessidades das classes dominantes. Portanto, são várias as propostas curriculares que se desenvolvem desde Bobbit. Atualmente temos de um lado as propostas comprometidas com os processos neoliberais de globalização e de outro, propostas mais ousadas que buscam romper essas posições indicando necessidades de mudanças e de comprometimento político com os grupos marginalizados pelo processo educacional.

Nesse sentido, o presente projeto de pesquisa tem por objetivo analisar as relações entre os saberes do "mundo escolar" e os saberes "mundo do trabalho", quando examinados no contexto comerciário sob a ótica da Educação Matemática a partir de uma análise centrada na etnomatemática e nas propostas curriculares contemporâneas. O problema de pesquisa que pretendo investigar ficou assim formulado:

Quais as tensões e possibilidades de articulação/incorporação entre e os saberes cotidianos dos trabalhadores do comércio e os saberes escolares no contexto de escolarização?

Essa pretende ser a questão norteadora dessa investigação. Para discuti-la, pretendo percorrer de forma dialógica as trajetórias teórica e empírica, buscando dessa forma, compreender melhor os campos: trabalho e escola no contexto de escolarização.

Problema de pesquisa

Quais as tensões e possibilidades de articulação/incorporação entre e os saberes cotidianos dos trabalhadores do comércio e os saberes escolares no contexto de escolarização?

Referencial Teórico

O presente proposta de trabalho tem por objetivo analisar as relações entre os saberes do "mundo escolar" e os saberes "mundo do trabalho", quando examinados no contexto comerciário sob a ótica da Educação Matemática a partir de uma análise centrada na **Etnomatemática** e nas **Propostas Curriculares Contemporâneas.**

Metodologia

A presente pesquisa tem por objetivo analisar as possíveis articulações entre saberes: popular e escolar, no processo de escolarização, na perspectiva de legitimação e incorporação dos diferentes saberes que por hora não são considerados no contexto escolar. Desse modo, exige uma pesquisa de campo de cunho qualitativo e de inspirações etnográficas. A expressão "inspirações etnográficas" deve-se ao fato de que não há nenhuma pretensão de realizar uma etnografia propriamente dita, embora pretenda me utilizar, para a compreensão de meu objeto de estudo, de técnicas e procedimentos a ela vinculada, tais como observação direta e participante, entrevistas e diário de campo. Acredito ser ainda necessário o acesso a fontes como: os programas curriculares oficiais e dos professores, bem como documentos usados no cotidiano do comércio.

O procedimento metodológico pretendido se baseia num estudo bastante recente na literatura educacional, que é o estudo de caso com caráter etnográfico, que segundo André (1995):

"Para que seja reconhecido como um estudo de caso etnográfico é preciso, antes de tudo, que preencha os requisitos da etnografia e, adicionalmente, que seja um sistema bem delimitado, isto é, uma unidade com limites bem definidos, tal como uma pessoa, um programa, uma instituição ou um grupo social" (ibidem, Monteiro)

No campo educacional, o uso das técnicas da etnografia dão origem a uma linha de pesquisa chamada antropologia. Um trabalho na área de educação deve ser caracterizado: pela investigação em cenários geograficamente limitados; observação como estratégia de coleta de dados; criação de uma base dados com diário de campo e uma descrição e explicação da cultura social do grupo pesquisado.

Em termos de educação o intelectual Goetz resume a metodologia como:

"A etnografia educativa não forma uma disciplina independente nem tão pouco uma área de investigação bem definida. Representa, não obstante, um enfoque dos problemas e processos da educação; em essência, constitui uma síntese interdisciplinar emergente, ao ser praticada por investigadores de distintas tradições. Entretanto, isto não tem levado a um consenso a respeito de qual deve seu alcance e seu método".

Os principais trabalhos educacionais estão voltados para a sala de aula. Sendo esta, uma pequena comunidade, Meira (1993) discute sobre a prática da matemática escolar, dizendo:

"O processo de comunicação e argumentação na sala de aula torna explícita a idéia da prática matemática escolar, como uma atividade real e quotidiana, na medida em que sua linguagem e procedimentos se tornam familiares aos alunos" (idibem, Monteiro)

Este projeto não assume esta postura contextual. Ele busca interpretar, traduzir e compreender o significado que os cidadãos dão para a matemática do seu cotidiano para poder legitimá-la.

A etnográfica também se caracteriza por técnicas tradicionais onde o pesquisador terá que estar em contanto por um tempo longo com o grupo de estudo, observando os acontecimentos, entrevistando os indivíduos do grupo e buscando dados descritivos por depoimentos e diálogos.

Com relação à coleta de dados, Erickson (1990) aponta que o pesquisador pode:

"procurar lugares mais específicos dentro do local da pesquisa onde um tipo particular de evento tenha mais probabilidade de acontecer." (Ibidem, Monteiro)

Acredito assim, que a abordagem qualitativa seja adequada para o estudo das articulações dos saberes matemáticos usados no comércio e os saberes matemáticos escolares que proponho investigar.

Esta investigação pretende ser realizada com trabalhadores do comércio da região de Jundiaí, após o consentimento junto à Associação dos Comerciantes de Jundiaí.

Algumas Considerações Sobre as " Leis" de Michael Crowe Referentes aos Padrões de Mudança na História da Matemática

João Carlos Gilli Martins
Prof. Dr. Roberto Ribeiro Baldino
UNESP

Michael Crowe publicou, em 1975, *Ten"laws" concerning patterns of change in the history of mathematics*, onde apresenta e discute dez "leis" que ele acredita serem pressupostos para se analisar o processo pelo qual a produção matemática se dá. Discutir tal texto, com base nas teses apresentadas em "A Estrutura das Revoluções Científicas" de Thomas Kuhn, é o tema do meu trabalho.

O trabalho se justifica pelo meu interesse que tenho em discutir se as teses que Kuhn apresenta para analisar o processo através do qual o conhecimento nas ciências experimentais se desenvolve também se aplica à Matemática.

Chama a atenção no artigo de Crowe a intenção que parece ter o autor em mostrar que o processo pelo qual o saber matemático é produzido é acumulativo e não se dá por revoluções científicas como mostram as duas "leis" abaixo:

V. O "conhecimento" possuído pelos matemáticos, referente à matemática, em qualquer momento, é acumulativo. Uma [...] matemática.[Crowe;1975:17].

X. Revoluções nunca ocorrem na matemática. [Crowe;1975:19].

Nesse trabalho, discutirei três das dez "leis" apresentadas por Crowe em seu artigo: as duas "leis" enunciadas acima e a seguinte, enunciada abaixo:

I. Novos conceitos matemáticos freqüentemente aparecem não como proposição imediata, mas contra o esforço, às vezes vigorosos esforços, dos matemáticos que os criaram.[Crowe; 1975:16]

Começarei discutindo a "lei" I. Quando Crowe escreve que "novos conceitos matemáticos freqüentemente aparecem não como resultado de uma procura direcionada, mas contra o esforço, às vezes vigoroso, dos matemáticos que os criam"[Crowe; 1975: 16], fica evidente a sua preocupação em afirmar que tais novos conceitos matemáticos *freqüentemente* são descobertas à revelia da vontade, dos esforços de seus criadores.

Para dar consistência e legitimidade às suas argumentações, na defesa dessa sua "lei", Crowe recorre à história. Reporta-nos, primeiramente, ao jesuíta e matemático italiano Girolano Saccheri (1667-1733) "cujos valentes esforços para provar que nenhuma geometria, exceto a de Euclides, era possível, resultou no primeiro sistema não-Euclidiano"[Crowe;1975: 16][tradução minha].

Entretanto, se analisarmos mais atentamente o exemplo supracitado veremos que ele traz, em si, algumas questões a serem respondidas antes que se possa considerá-lo nos objetivos a que foi posto.

Se não, vejamos: Crowe afirma que os esforços de Saccheri para provar que a geometria euclidiana era única, *resultou no primeiro sistema não-Euclidiano.* Então pergunto: Resultou quando?

Saccheri morreu acreditando "ter derrubado as possibilidades de que a soma dos ângulos de um triângulo fosse maior ou menor que dois ângulos retos"[Boyer; 1999: 319]. Cinqüenta anos após a morte de Saccheri, o matemático suíço Johann Heinrich Lambert (1728-1777), "tentando completar o que Saccheri pensara fazer — uma prova de que negar o postulado das paralelas de Euclides leva a uma contradição — [...], especulou que a hipótese do ângulo poderia corresponder a uma geometria sobre uma superfície nova, tal como uma esfera de raio imaginário"[Boyer; 1999: 319,320]. Contudo, mesmo tendo especulado sobre essa hipótese, não se conhece nenhum registro histórico garantindo que Lambert tenha dirigido esforços na verificação da mesma.

Como se vê, foi somente quase um século após a morte de Saccheri, através de trabalhos de Lobachevsky, e depois de Riemann e de outros matemáticos, que ***resultaram*** os primeiros sistemas geométricos não-euclidianos.

Ora, se Saccheri chegou a resultados que vieram a ser, quase cem anos depois, utilizados na formulação teórica de geometrias não-euclidianas; mais ainda, se Saccheri — e mesmo Lambert — estiveram tão perto da descoberta dessas geometrias, então por que não as descobriram? O que impediu que eles as descobrissem?

A essas questões, *A Estrutura das Revoluções Científicas* responde: ***Um paradigma***. Tanto Saccheri quanto Lambert eram reféns do paradigma euclidiano. E isso, tão somente esse empenhamento partilhado por todos os matemáticos daquela época, em torno e na defesa do modelo euclidiano, é que impediu que eles avançassem na construção de uma nova geometria.

Portanto, antes de pensar na "lei do acaso" para explicar as "descobertas" matemáticas, não vejo qualquer razão para deixar de considerá-las como o resultado de todos os empenhamentos partilhados por um grupo de matemáticos, numa determinada época.

Farei, agora, algumas considerações preliminares e gerais acerca das outras duas "leis" de Crowe, as quais me propus analisar nesse trabalho.

Tenho por conta que essas duas "leis" — as de números V e X — estão a nos dizer, por seu conteúdo, as mesmas coisas; mais precisamente, têm, em si, o mesmo objeto de discurso. Digo isso por entender que, quando Crowe escreve que "o 'conhecimento' possuído pelos matemáticos, referente à matemática, em qualquer momento, é acumulativo"[Crowe;1975:17], aparece, implícito no conteúdo desse discurso, a tese segundo a qual os paradigmas na matemática, em qualquer momento ao longo de sua história, são perenes e estáveis, ou seja, aparece implícito, aí, que "as revoluções nunca ocorrem na matemática"[Crowe;1975:19].

Se *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1978) lança luzes sobre o processo através do qual as ciências naturais progridem, somente uma análise criteriosa sobre o que distingue, quanto a sua natureza, a matemática das demais ciências experimentais, será capaz de esclarecer se o método das revoluções científicas de Kuhn também se aplica — e de que maneira — à matemática.

Tal análise foi por mim feita mas não será exposta nesse resumo devido às restrições de espaço.

Fundado em tal análise, farei uma breve incursão à história da matemática para focar três processos que, a meu ver, são revolucionários e similares àqueles apresentados por Thomas Kuhn quando ele analisa a história das ciências experimentais.

Nesse trabalho estarei assumindo as concepções de revolução científica, de paradigma, de ciência normal e de anomalia tal como propõe Kuhn(1978).

Um processo que qualifico como revolucionário na história da matemática diz respeito à substituição do modelo computacional mecânico através do ábaco (do grego, *abax*) pelo cálculo efetuado por escrito utilizando-se o sistema de numeração posicional indo-arábico. Especula-se que esse sistema de numeração indo-arábico entrou na Europa Ocidental fundamentalmente por duas vias: levados pelos comerciantes e viajantes pelas costas do Mediterrâneo e através dos árabes que invadiram a Península Ibérica em 711 d.c e ali permaneceram até o ano 1492.

Todavia, o que se viu por quase quatro séculos foi "uma verdadeira batalha entre abacistas e algoristas, como eram chamados os defensores do novo sistema, mas em torno do ano 1500 as atuais regras de computação acabaram se impondo. Mais um século e os abacistas haviam sido quase esquecidos, sendo que perto do século XVIII não restava mais nenhum traço do ábaco na Europa Ocidental."[Eves;1997:40].

Olhemos, agora, para um outro episódio da história da matemática.

Há pelo menos vinte e três séculos, desde a antigüidade grega, a idéia de infinitésimo é conhecida e trabalhada. Para muitos, a importância mais significativa dos infinitésimos, no passado, está vinculada fundamentalmente à sua utilização nos processos que originaram a descoberta e o desenvolvimento do Cálculo, um dos mais importantes marcos na história do pensamento matemático.

Durante o século XVIII e parte do século XIX a utilização das concepções infinitesimais em problemas relacionados ao Cálculo foi intensa e profícua. Matemáticos notáveis como L'Hospital (1661-1704), os irmãos Jakob Bernoulli (1654-1705) e Johann Bernoulli (1667-1748), Euler (1707-1783), D'Alembert (1717-1790), Lagrange (1736-1813), Bolzano (1781-1848) e Cauchy (1789-1857), só para citar alguns nomes, não somente obtiveram importantes resultados usando as concepções infinitesimais, como também se empenharam, sem contudo obter êxito, na fundamentação lógica dessas concepções.

Entretanto, "apesar dos sucessos obtidos, a noção de 'infinitésimo' nunca foi devidamente clarificada e o seu uso imoderado conduziu o desenvolvimento do cálculo a sérias inconsistências e dificuldades que não puderam ser ultrapassadas. No século XIX, Karl Weierstrass (1815-1897) logrou finalmente obter uma formulação completa e rigorosa para os fundamentos do cálculo baseada na atual definição de *limite*."[Sousa Pinto;2000:27]. Com isso, e desde então, as concepções infinitesimais foram banidas dos textos dos matemáticos. Seu reaparecimento em 1966, recebido quase como uma curiosidade pela comunidade dos matemáticos, deveu-se a Abraham Robinson (1918-1974) que, com auxílio da Lógica Moderna, em particular da Teoria dos Modelos, estabeleceu uma formulação rigorosa à noção de infinitésimo. Entretanto, é a noção de limite que continua, soberanamente, reinando nos textos e nas aulas de Cálculo e de Análise.

Importante notar, aqui, que a noção de *limite* não tem sua gênese (ou nem sua origem) nas concepções infinitesimais, não se constituindo, assim, em "conhecimento" adquirido por acumulação. No meu modo de ver, a substituição das concepções infinitesimais pela noção de limite constitui, de fato, uma mudança de paradigma na matemática.

Uma terceira situação que, segundo o meu ponto de vista, constitui outra mudança de paradigma na matemática se refere a uma mudança de método na forma como se escrevia a

matemática até o século XIX e como ela é escrita desde então. O método axiomático das definições constitutivas da matemática de hoje e o método genético das definições descritivas que se produzia até o século XIX constituem dois paradigmas distintos da matemática.

Encerro esse trabalho reafirmando a minha convicção plena de que a matemática não se desenvolve, como deseja Crowe, por acumulação de descobrimentos e inventos individuais em qualquer momento mas, ao contrário, como o resultado de um trabalho coletivo, socializado e realizado por comunidades de matemáticos, com base em conceitos, métodos e valores partilhados que, de conjunto, Kuhn chamou de *paradigmas*.

Acredito, ainda, que, por sua natureza, a matemática se distingue das ciências experimentais e, como resultado dessa distinção, os paradigmas e as revoluções nesses dois ramos do conhecimento têm características próprias e, sob certos aspectos, distintas. Um estudo mais detalhado das particularidades que caracterizam esses processos na matemática não serão tratados no presente trabalho.

Finalmente — e como conseqüência dessa minha convicção — reafirmo, ainda, a minha crença de que na história da matemática existem épocas de pesquisa normal onde, aí sim, a Matemática se produz por acumulação e reformas, e épocas de revoluções, onde um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior.

Bibliografia

BOYER, C.B. *História da Matemática*. Trad. E.F. Gomide. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999.

CROWE, M. Ten "laws" concerning patterns of change in the history of Mathematics. *Historia Mathematica*, 1975, 3, 297-320.

DAVID, P.J. & HERSH, R. *A Experiência Matemática*. Trad. J.B. Pitombeira. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora S.A., 1989.

EVES, H. *Introdução à História da Matemática*. Trad. Hygino H. Domingues. 2. ed. Campinas,SP: Editora da UNICAMP, 1997.

KUHN, T.S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Trad. B.V. Boeira. & N. Boeira. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 1978.

KUHN, T.S. *A tensão essencial*. Trad. R.Pacheco. Lisboa: Edições 70, Lda,1977.

POINCARÉ, H. *O Valor da Ciência*. Trad. M. H. F. Martins. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

SOUSA PINTO, J.J.M. *Métodos Infinitesimais de Análise Matemática*. Lisboa: Edição da Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.

Os Programas De Matemática Na Reforma Francisco Campos

Autor: José Lourenço da Rocha
Orientador: João Bosco Pitombeira Fernandes de Carvalho
Instituição: Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Introdução

A participação deste trabalho no evento é pertinente, na medida em que ajudará a divulgar um importante ramo de estudo da História da Matemática, ainda pouco explorado em nosso país, qual seja, a História do Ensino da Matemática.

O objetivo desse ramo de pesquisa é, não só entender melhor o presente, por meio do conhecimento do passado, mas também e, principalmente, abrir os horizontes para a compreensão da importância do contexto histórico/social/econômico, visto que mesmo as idéias e as instituições matemáticas não estão acima das condições materiais e culturais da sociedade em que foram geradas.

Assim, o presente trabalho pretende fazer uma breve descrição de como ocorreu a elaboração dos programas de matemática na Reforma Francisco Campos. O texto é uma adaptação do item 6.1 da dissertação de mestrado "A matemática do curso secundário na Reforma Francisco Campos" apresentada, em 07/05/2001, ao Departamento de Matemática da PUC-Rio, tendo como orientador João Bosco Pitombeira Fernandes de Carvalho e co-orientadora Ana Waleska Pollo Campos Mendonça.

Deve-se esclarecer que o curso secundário na referida reforma passou a ter sete anos, divididos em duas partes: a primeira, de cinco anos, comum ou fundamental, e a segunda, de dois anos, com a finalidade de preparação para as escolas superiores. Neste trabalho optou-se por analisar apenas o curso fundamental, uma vez que os cursos complementares, cujos programas só foram instituídos pela Portaria Ministerial de 17 de março de 1936, funcionaram muito mais como parte inicial dos cursos superiores do que como integrantes do curso secundário.

Os programas de matemática na Reforma Francisco Campos

Euclides de Medeiros Guimarães Roxo ocupou posição central na elaboração dos novos programas de matemática estabelecidos com a Reforma Francisco Campos para o Curso Fundamental. Várias evidências apontam no sentido de que, basicamente, foi ele quem os organizou e redigiu, bem como as instruções para sua aplicação. Tal constatação baseia-se em uma seqüência de fatos, quais sejam: a posição que ele ocupava de Diretor do Internato do Colégio Pedro II, o que permitiu-lhe acesso ao Ministro da Educação e Saúde; os seu próprios depoimentos; o testemunho do Padre Arlindo Vieira, um dos maiores críticos às mudanças implementadas; as palavras do professor das Escolas Técnicas Secundárias, Paulo F. R. Mendes Vianna; e , ainda, o conteúdo desses programas, bem como as idéias que emanavam de suas instruções pedagógicas.

O Colégio Pedro Pedro II era, na época, escola padrão, isto é, modelo para os demais institutos de ensino secundário do País. Além disso, antes da Reforma Campos, a Lei "Rocha Vaz" conferia, "ex-officio", ao Diretor daquele estabelecimento federal de ensino, a posição de membro do Conselho Nacional de Ensino. Assim, Euclides Roxo, em 1931, ocupava ambos os postos, ou seja, o de Diretor do Colégio Pedro II e o de membro do Conselho Nacional de

Ensino. Obviamente, essa posição dentro da burocracia federal dava-lhe acesso ao Ministro da Educação e Saúde, Francisco Campos. Esse fato, pode ser constatado na matéria veiculada no Jornal "A Noite", cerca de três meses antes da promulgação do decreto que impunha uma nova organização do ensino secundário (Reforma Francisco Campos do Ensino Secundário), mais precisamente em 17 de janeiro de 1931, com o título "A Elaboração da Reforma do Ensino", transcrita a seguir:

Com o Dr. Francisco Campos, Ministro da Educação, conferenciaram, hoje, os Drs. Euclides Roxo, diretor do Internato Pedro II; Delgado de Carvalho, diretor do Externato do mesmo colégio; Lourenço Filho, diretor da Instrução de São Paulo; e Hahnemann Guimarães, assistente técnico do ministério.

Essa conferência versou sobre a elaboração da reforma do ensino da República, tendo aqueles professores trocado idéias e combinado medidas com o ministro acerca das modificações a serem feitas no ensino secundário.

É bem nítido o papel de relevo que ocupava o Professor Euclides Roxo, naquele momento histórico de grandes mudanças, não só no setor da educação, mas em todas as áreas da sociedade brasileira.

O Decreto nº 19.890, de 18/04/1931, que instituiu a nova estrutura do ensino secundário, continuou destacando o Colégio Pedro II, pois logo em seu artigo primeiro dispõe:

O ensino secundário, oficialmente reconhecido, será ministrado no Colégio Pedro II e em estabelecimento sob regime de inspeção oficial. (Bicudo, 1942, p.9)

Além disso, permitia à Congregação daquela instituição de ensino a elaboração de proposições de mudanças, nas revisões periódicas previstas - elas nunca ocorreram, e os programas continuaram os mesmos até a Reforma Capanema - para os programas do secundário:

Art. 10 – Os programas do ensino secundário, bem como as instruções sobre os métodos de ensino, serão expedidos pelo Ministério da Educação e Saúde Pública e revistos de três em três anos por uma comissão designada pelo Ministro e à qual serão submetidas as propostas elaboradas pela Congregação do Colégio Pedro II. (Bicudo, 1942, p. 10)

Outro indício que leva à ratificação da tese de que foi o próprio Euclides Roxo o mentor dos programas de matemática do curso fundamental pode ser observado nas suas próprias palavras, pronunciadas em 1937, em uma conferência patrocinada pela ABE, em que afirma:

Em 1928, propusemos à Congregação do Colégio Pedro II, a modificação dos programas de matemáticas, de acordo com a orientação do moderno movimento da reforma e a conseqüente unificação do curso em uma disciplina única sob a denominação de matemática, lecionada em 5 anos, passando de então por diante, a haver apenas exames de matemática nas diversas séries do curso. A Reforma Francisco Campos adotou o nosso ponto de vista, que até hoje vigora e que tem provocado certa oposição da parte de alguns professores, embora ilustres, mas muito apegados ao ponto de vista clássico. (Roxo, 1937, [ca. 1940], pp. 73-74) (grifo nosso)

Também em seu livro "A Matemática na Educação Secundária", editado no mesmo ano de 1937, Euclides Roxo escreve um trecho nesse mesmo sentido, ao discutir a conexão entre as várias partes da matemática e entre essa e as outras disciplinas do curso:

Em 1928 propusemos à Congregação do Colégio Pedro II a modificação dos programas de matemática, de acordo com a orientação do moderno movimento de reforma e a conseqüente unificação do curso em uma disciplina única, sob a denominação de matemática, lecionada em 5 anos, passando de então por diante a haver apenas exames de matemática nas diversas séries do curso. A Reforma Francisco Campos adotou o nosso ponto de vista que até hoje vigora. (Roxo, 1937, pp. 152-153)

Em outro ponto do mesmo livro, ao argumentar a favor da inclusão de princípios de cálculo diferencial e integral no curso fundamental, mais uma vez reafirma a aceitação do Ministro Francisco Campos de suas idéias inovadoras:

Comentando uma crítica de Tannery, escrevíamos nós em janeiro de 1931:

Quando teremos a coragem e a independência de espírito necessárias para por nos mostruários dos museus os belos candelabros gregos da didática euclidiana e iluminar, com as lâmpadas dos Edisons da matemática moderna, essa obumbrada e fria catacumba, que é uma aula de geometria elementar?

Felizmente, o Ministro Francisco Campos teve o desassombro de aceitar as sugestões que lhe foram levadas nesse sentido e nos programas baixados com a reforma, incluiu as noções de cáculo infinitesimal no curso secundário. (idem, ibdem, p. 232)

O padre Arlindo Vieira, em uma carta enviada ao então Ministro da Educação e Saúde – Gustavo Capanema, fornece mais uma prova cabal dessa participação praticamente isolada de Euclides Roxo na elaboração dos programas de matemática do curso fundamental:

Li e reli a argumentação do ilustre Prof. Euclides Roxo, homem sincero, professor honesto e merecedor de todo o respeito.

Isso, porém, não me impede de dizer sem rebuço o que penso de seu longo arrazoado, tendo em vista exclusivamente o bem da mocidade (...)

(...) o melhor e mais decisivo argumento contra os pontos de vista do ilustre professor é o efeito desastroso dos programas de matemática de 1931 que ele elaborou e procura defender. Um inquérito entre os professores mostraria que mais de 90% condenam esse amálgama inassimilável. (Vieira, [ca. 1942])

O professor Paulo F. R. Mendes Vianna, em seu trabalho sobre as inovações do ensino da matemática implementadas na Reforma Francisco Campos, confirma:

... conforme o próprio autor dos programas vigentes acentuou em seu oportuno e judicioso trabalho A Matemática na Educação Secundária ...(Vianna, [1937], p. 37)

Talvez sejam os próprios programas de matemática e suas instruções metodológicas, os depoimentos mais incisivos na conclusão de que Euclides Roxo aproveitou a oportunidade para implementar em todo o País as idéias modernizadoras que, desde o início do século, já vinham sendo discutidas nos países mais "civilizados".

Assim, no ciclo fundamental, a matemática passou a ser ministrada em todas as séries, o que na época não ocorria, já que só era ensinada aos alunos até a quarta série, à exceção dos que queriam obter o diploma de bacharel e prestar exames para as Escolas Militares ou para a Politécnica, que cursavam o curso complementar de matemática no sexto ano. Essa pode ser considerada uma outra vitória do professor Euclides Roxo, uma vez que tal

idéia já vinha sendo por ele defendida, nas reuniões da Congregação do Colégio Pedro II, como pode ser verificado em suas próprias palavras:

Proponho que a Congregação, usando da atribuição que lhe confere a alínea "a" do art. 195 do decreto número 16.782-A, de 13 de janeiro de 1925, sugira ao governo a conveniência de ser, desde o próximo ano letivo, 1931, extendido até o 5º ano do curso o estudo da matemática, em caráter obrigatório para todos os alunos ... (Jornal "A Noite", 17/01/1931)

Os conteúdos das 1ª e 2ª séries foram apresentados, basicamente, sem mudanças significativas em relação aos das respectivas séries, implantados no Pedro II para o ano letivo de 1930. Isso se deve ao fato de que, nessas séries, já haviam sido implantadas as inovações propostas por Euclides Roxo.

O que se observa de pronto é que não havia nenhuma mudança substancial nos conteúdos apresentados, os quais, em alguma época, já haviam feito parte, pelo menos oficialmente, dos programas do Colégio Pedro II, inclusive o conceito de função e noções de cálculo diferencial e integral que estiveram presentes nos programas instituídos pela Reforma Benjamin Constant. A novidade estava na forma em que eles deveriam ser ensinados, bem como na finalidade do ensino da matemática que se devefia ter em mente ao ministrá-los aos alunos. Quanto a essa finalidade, as instruções metodológicas deixam bem claro, logo de início, que a matemática deveria visar não só ao desenvolvimento do espírito e do raciocínio lógico, mas também ao de outras aptidões ligadas às suas aplicações:

O ensino da Matemática tem por fim desenvolver a cultura espiritual do aluno pelo conhecimento dos processos matemáticos, habilitando-o, ao mesmo tempo, à concisão a ao rigor do raciocínio pela exposição clara do pensamento em linguagem precisa.

Além disso, para atender ao interesse imediato de sua utilidade ao valor educativo dos seus métodos, procurará, não só despertar no aluno a capacidade de resolver e agir, com presteza e atenção, como ainda favorecer-lhe o desenvolvimento da faculdade de compreensão e de análise das relações quantitativas e especiais, necessárias às aplicações nos diversos domínios da vida prática e à interpretação exata e profunda do mundo objetivo. (Bicudo, 1942, p. 156)

Para que fossem atingidos esses objetivos, estavam presentes, nas instruções pedagógicas, todas as idéias defendidas por Euclides Roxo em relação ao movimento de renovação do ensino da matemática, quais sejam:

(a) A predominância essencial do ponto de vista psicológico:

A exposição da matéria e a orientação metodológica, entretanto, devem subordinar-se, sobretudo nas séries inferiores, às exigências da pedagogia, de preferência aos princípios puramente lógicos. Ter-se-á sempre em vista, em cada fase do ensino, o grau de desenvolvimento mental do aluno e os interesses para os quais tem maior inclinação.

O ensino se fará, assim, pela solicitação constante da atividade do aluno (método heurístico), de quem se procurará fazer um descobridor e não um receptor passivo de conhecimentos. Daí a necessidade de se renunciar completamente à prática de memorização sem raciocínio, ao enunciado abusivo de definições e regras e ao estudo sistemático das demonstrações já feitas. Ao invés disso, deve a matéria ser levada ao conhecimento do aluno por meio da resolução de problemas e de questionários intimamente coordenados. Assim os

problemas não se devem limitar a exercícios dos assuntos ensinados, mas cumpre sejam propostos como processo de orientar a pesquisa de teoremas e de desenvolver a presteza na conclusão lógica. (Idem, ibdem, p. 157) (grifos nossos)

(b) A dependência da escolha da matéria a ensinar em relação ao conjunto das demais disciplinas:

O ensino da Matemática será sempre animado com a acentuação dos vínculos existentes entre a matemática e o conjunto das demais disciplinas. Aludir-se-á constantemente às suas aplicações no domínio das ciências físicas e naturais, bem como no campo da técnica, preferindo-se exemplos e problemas que interessam às cogitações dos alunos. (idem, ibdem, p. 158)

(c) A subordinação da finalidade do ensino às diretrizes culturais da época:

... a princípio, deve o ensino da Matemática acostumar o aluno à prática dos cálculos mentais, tornando-o seguro e desembaraçado nas operações numéricas. É, pois, necessário que ele compreenda bem o alcance e a natureza das operações elementares e adquira habilidade crescente no modo de aplicá-las. Convém ainda que desenvolva o senso de estimativa das grandezas e de apreciação do grau de exatidão dos cálculos sobre valores aproximados. Enfim, pela prática freqüente das verificações dos exercícios numéricos, cumpre ao professor estimular a confiança do discípulo em si mesmo.

Em seguida, visará o ensino da Matemática a habituar o estudante ao emprego, com segurança, das idéias e dos conceitos que formam a estrutura do pensamento quantitativo, exercitando-lhe a faculdade de discernir quando e em que condições admitem os fenômenos naturais a aplicação dos processos matemáticos. Para isso, é essencial que ele aprenda, analisando uma situação complexa, a fixar relações lógicas entre os fatos, descobrindo e estabelecendo a lei geral que os rege cujas propriedades e significação devem ficar bem compreendidos. (Idem, ibdem, pp. 156-157)

(d) O ensino dos três ramos (aritmética, álgebra e geometria) realizado de maneira integrada:

A Matemática será sempre considerada como um conjunto harmônico cujas cujas partes estão em viva e íntima correlação. A acentuação clara dos três pontos de vista – aritmético, algébrico e geométrico – não deve, por isso, estabelecer barreiras intransponíveis, que impeçam o estudante de perceber as conexões entre aquelas disciplinas. (Idem, ibdem, p. 157)

(e) O conceito de função como fator de integração entre as partes da matemática:

Para dar unidade à matéria, estabelecendo-se essa estreita correlação entre as diversas modalidades do pensamento matemático, será adotada, como idéia central do ensino a noção de função, apresentada, a princípio, intuitivamente e desenvolvida, nas séries sucessivas do curso, de modo gradativo, tanto sob a forma geométrica como sob a analítica. (Idem, ibdem)

(f) O ensino da função tendo também como objetivo o embasamento do aluno, a fim de permitir a introdução do cálculo diferencial na última série do curso fundamental:

Como um desenvolvimento natural do conceito de função, será incluído na 5ª série o ensino de noções fundamentais e iniciais do cálculo das derivadas, tendo-se não só em vista a

sua aplicação a certas questões, geralmente tratadas em matemática elementar por processos artificiais, como ainda os problemas da mecânica e da física. Essas noções não serão ensinadas como matéria à parte, mas entrelaçadas ao corpo das demais disciplinas matemáticas.

Este acréscimo de matéria será compensado com a exclusão de certos tópicos de interesse puramente formalístico, com o abandono de construções de importância secundária e, ainda, de processos de cálculo desprovidos de interesse didático. (Idem, ibdem)

(g) A utilização da história da matemática como auxílio ao ensino da matemática:

... com o intuito de aumentar o interesse do aluno, o curso será incidentemente entremeado de ligeiras alusões a problemas clássicos e curiosos e aos fatos capitais da história da Matemática, bem como à biografia dos grandes vultos desta ciência. (Idem, ibdem, p. 158)

Após a apresentação dos objetivos e das idéias que embasavam o estudo da matemática no curso fundamental, as instruções pedagógicas passam a fornecer orientações, separadamente, para cada ramo dessa disciplina (aritmética, álgebra e geometria). Nessas orientações específicas, foi enfatizada

... a necessidade de os conceitos serem inicialmente trabalhados de maneira intuitiva e experimental, sem preocupação com o formalismo, de serem apresentados de forma gradativa, dos mais fáceis aos mais complexos, e de serem compreendidos pelos alunos, evitando mecanização de processos e cálculos excessivos e desnecessários. (Miorim, 1998, p. 96)

É importante ressaltar que o ensino da geometria deveria ser precedido de um curso propedêutico de iniciação geométrica. Não se abandonou a geometria dedutiva, que seria ministrada na 3ª série, mas ela foi cercada de certos cuidados, dando-se maior ênfase a esse caráter dedutivo no ensino da geometria plana. Além disso, foi incluída a trigonometria como parte da geometria e não como ramo isolado da matemática:

Ao iniciar o estudo dedutivo da Geometria, o primeiro cuidado será o de fazer sentir ao aluno o que significa uma demonstração, utilizando-se, como ponto de partida, os próprios fatos inferidos intuitivamente no curso preparatório. É ainda a partir das observações intuitivas que se deve estabelecer o conjunto dos axiomas fundamentais indispensáveis à exposição lógica da Geometria .

Neste estudo ter-se-á em vista: a) o enunciado das proposições, sua demonstração e aplicações; b) a compreensão e a justa apreciação do raciocínio dedutivo; c) o valor da exposição clara e sucinta, do encadeamento lógico das idéias e da memória matemática.

Obtido pelo estudo da Geometria plana o adestramento suficiente nas demonstrações dedutivas, a feição lógica pode ser menos acentuada na geometria a três dimensões. O estudo da geometria no espaço, portanto, terá em vista principalmente desenvolver a faculdade de apreensão visual das figuras e das relações espaciais, da representação de tais figuras no plano e da resolução de problemas de cubatura.(...)

As primeiras noções de Trigonometria devem ser dadas na 2ª série, atendendo-se à sua utilidade imediata na resolução das questões de interesse prático. A princípio, serão apenas estudadas as propriedades elementares das funções trigonométricas, necessárias à resolução de problemas sobre triângulos, retângulos, pelo emprego de tabelas que forneçam

diretamente, com três ou quatro decimais, os valores de tais funções para ângulos que variam de grau em grau.

Esse estudo será completado posterirmente com a resolução logarítmica de triângulos, retângulos e obliquângulos, com o traçado gráfico da funções trigonométricas, dedução das relações fundamentais entre essas funções e seu uso na demonstração de identidades e na resolução de equações trigonométricas. (Bicudo, 1942, p.160)

Considerações Finais

Em suma, em relação ao ensino da matemática, o professor Euclides Roxo tirou proveito da posição que ocupava na estrutura educacional do País, a qual lhe proporcionava condições de fazer valer suas idéias, e implementou integralmente, pelo menos na lei, "de cima para baixo" e sem discussões prévias, todas as inovações defendidas por Felix Klein, que havia tentado o mesmo na Alemanha, mas

... passou por um processo de aprendizagem único a esse respeito: primeiro (...), tentou o caminho tradicional de fazer política. Ele propôs as mudanças ao gabinete ministerial e esperou que estas fossem implantadas. A resposta (...) foi inesperada, e certamente fora do comum: ao mesmo tempo que aprovava as idéias de Klein, o ministério se recusou a decretar as mudanças curriculares desejadas "a partir de cima". Em vez disso, o ministério aconselhava Klein a organizar a introdução dessas reformas curriculares "a partir das bases", atraindo o apoio de professores adequadamente treinados que atuariam como agentes para a implementação das reformas em escolas selecionadas. (Schubring, 1999 , p. 43)

Bibliografia

A ELABORAÇÃO da reforma do ensino. *A Noite*, Rio de Janeiro, 17 jan. 1931.

BICUDO, Joaquim de Campos. *O Ensino secundário no Brasil e sua atual legislação (de 1931 a 1941 inclusive)*. São Paulo: [s.n.], 1942.

MIORIM, Maria Ângela. *Introdução à história da educação matemática*. São Paulo: Atual, 1998.

REUNIU-SE a Congregação do Colégio Pedro II: Várias propostas apresentadas. *A Noite*, Rio de Janeiro, 17 jan. 1931.

ROCHA, José Lourenço da. *A Matemática do Curso Secundário na Reforma Francisco Campos*. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Departamento de Matemática. Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica, 2001.

ROXO, Euclides. *A Matemática na Educação Secundária*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1937. (Atualidades Pedagógicas, vol. 25).

_____. A Matemática e o Curso Secundário. In: ABE. *Um Grande Problema Nacional* (Estudos sobre o Ensino Secundário). Rio de Janeiro: Irmãos Pongetti editores, [ca. 1940].

SCHUBRING, Gert. O Primeiro Movimento Internacional de Reforma Curricular em Matemática e o Papel da Alemanha: um estudo de caso na Transmissão de Conceitos. *Zetetiké*, Campinas: CEMPEM, nº 11, vol. 7, p. 29-49, jan/jun/1999.

VIANNA, Paulo F. R. Mendes. *O Ensino da Matemática nos Cursos Secundários (Diretrizes e Programas)*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, [ca. 1937].

VIEIRA, Arlindo. Carta enviada ao Ministro Gustavo Capanema, sem data, FGV-RJ, CPDOC, Arquivo Gustavo Capanema, GC 41.09.03 I-11 (série g).

Etnomatemática e Resolução de Problemas: Saberes e Estratégias em Permanente Conjunção

José Ricardo e Souza Mafra
John Andrew Fossa
UFRN

As idéias relacionadas ao conhecimento matemático estão, muitas das vezes, vinculadas a nossa realidade existencial e atende a necessidade básica no processo de transcender o momento presente, pois poderíamos supor a obtenção de respostas mais complexas a medida em que caminhamos para a resolução de problemas reais evidentemente mais complexos. Nesse sentido os problemas estariam ligados aos modos de vida de determinadas populações e refletiriam elementos geradores nas mesmas, ou seja, estaríamos diante de características determinadas pela formação cultural dos diferentes povos. Esses elementos se constituiriam no ato de agir constantemente sobre a realidade e modificando-a atendendo as diversas "inquietações problemáticas" que surgem no dia-a-dia em uma determinada população, onde, segundo D'Ambrosio (1986, p.49), "o indivíduo cria modelos que lhe permitirão elaborar estratégias de ação", compatíveis com a disponibilidade física de materiais em seu meio de convivência, assim como o infinito imaginário, complementar na criação desses modelos, indispensável na elaboração criativa dessas estratégias. Reportando-nos a matemática, diríamos que as "práticas matemáticas" ou "descrições matemáticas", emergentes em uma determinada situação, são procedimentos e mecanismos em constante dinâmica, de ordem espacial e temporal, revestidos de características racionais e emocionais, relacionados à atividade de aprender, manipular e realizar determinadas atividades com vistas a um determinado propósito.

A dinâmica do pensamento e da formação do conhecimento

As atividades humanas parecem ter surgido a partir do momento em que houve a percepção e a necessidade de produzir elementos satisfatórios para a formação do conhecimento estratégico, importantes para a construção e moldagem da realidade, a partir dos grupos culturais iniciais. No momento em que o homem sentiu a necessidade de sua interação sensível com o meio ao seu redor, foi-se criando formas de pensamentos e de representações imaginárias que pudessem garantir a dinâmica de sua permanência em terra. O contato sensível com as formas físicas ao seu redor foi um fator importante para a compreensão e elaboração de significados existenciais.

Procurando atender as suas necessidades básicas e caminhando para as necessidades complexas o homem, através de seus atos, intervem no meio em que vive para posteriormente modificar o seu entorno, quase que imediatamente. Isso nos remete à forma como ocorre essa interação com o nosso mundo, recebendo as informações do mesmo, decodificando-as e devolvendo-as através de nossos atos (ações) e pensamentos (percepções). Assim sendo estamos desenvolvendo estratégias capazes de resolver nossos problemas do dia-a-dia que envolvem aspectos das diferentes disciplinas e não só da matemática. Esses "estímulos externos", segundo Gerdes (1981, p.31), estariam relacionados com as necessidades de resolver os questionamentos que se apresentam cada vez mais

complexos em determinado meio, assim como o próprio ato de pensar, sobre essas necessidades diárias, desenvolve "estímulos internos" de acordo com a vontade de transcender o momento presente e avançar nos conhecimentos já produzidos.

A partir dessas considerações, atividades relacionadas e manifestadas a partir da resolução de problemas, nos parecem importantes por nos fornecer pistas em busca da identificação e construção de interfaces entre diferentes saberes - considerando os mesmos concebidos a partir de diferentes estratégias formativas – em busca de etnomatemáticas identificadas, buscando-se a compreensão de como esses saberes poderiam dialogar mutuamente, e principalmente a busca pela identificação dos elementos necessários para que tal ponte de acesso entre ambos possa ser construída. A visão do que seria um problema nos traria pistas em busca da identificação e construção dessas interfaces, digamos, entre os saberes locais e os saberes da academia, a partir dos mecanismos subjacentes a esses saberes, longe de identificarmos a "superioridade" de um em relação ao outro, a busca pelos laços de proximidade característicos de ambos, pode ser uma das alternativas viáveis na busca de uma mais cuidadosa aprendizagem da matemática, a partir de um enfoque cultural.

Essas formas de pensamentos e de representações poderiam estar diretamente conectadas com a "resolução de suas necessidades", que por sua vez precisam ter estímulos necessários para a construção dessa resolução. Vários são eles, no entanto um dos que identificamos como inseridos diretamente na estrutura formativa/formalizadora das estratégias necessárias para a construção dos caminhos de solução é o da reflexividade. Segundo Pereira (1997, p. 32) "a reflexividade designa a equivalência entre descrever e produzir uma interação entre a compreensão e a expressão dessa compreensão", ou seja, é possível tornar um fato concreto, concebível a partir da visão crítica e consciente do que estamos disponibilizando em termos físicos, conectados diretamente com as idéias e os estímulos mentais produzidos pela interação mútua com o meio ambiente e que requer observação, experimentação, avanços e recuos cognitivos, assim como a imaginação e a criatividade também se tornam elementos incorporados à formação/produção do conhecimento às nossas necessidades diárias.

Dependendo do caráter motivador em se procurar resolver um "desafio", procura-se construir uma trajetória de elementos ou caminhos prováveis de resolução ou não, e que possa contribuir no desenvolvimento cognitivo e espiritual de determinado grupo, diferentemente da noção de desafio em resolver problemas na matemática acadêmica, a noção de desafio aqui estabelecida implica nas prováveis possibilidades e caminhos em construção, a partir da unidade dialética estar-no-mundo e estar permanentemente em contato interativo com o mesmo, com vista ao alcance de determinados objetivos, assim como Borba (1997, p.264) discute: "A problem then can be seen as a situation which involves an impasse in the flow of life and which is important to that person's existence." (um problema pode ser então uma situação que envolva um impasse no fluxo da vida e que é importante para a existência daquela pessoa), até mesmo pelo fato de poder fornecer a busca e a descoberta de novas estratégias de conhecimento intrínsecas ao contexto estudado, ao mesmo tempo em que existe um "avanço", no sentido de que é possível a realização de atividades cada vez mais complexas e que passam a existir em um determinado momento temporal em determinado contexto.

A etnomatemática presente na cerâmica

No desenvolvimento de nossas pesquisas sobre a etnomatemática na cerâmica, iniciada na Comunidade de Maruanum, Município de Macapá, Estado do Amapá, junto a um

grupo de louceiras/artesãs, nos deparamos com alguns tipos de estratégias, utilizadas pelas mesmas, produzidas durante os processos de construção de peças atípicas em cerâmica. Nessa fase da pesquisa o nosso objetivo foi, portanto, a caracterização plena dessas atividades instrumentais.

O percurso metodológico empregado quando de nossas observações foi baseado em uma descrição detalhada dos procedimentos utilizados em suas atividades ceramistas, os materiais empregados, a linguagem comunicativa e os gestos produzidos quando do ato de construção das peças sugeridas, caracterizando um procedimento metodológico bem próximo da etnografia. Registros em áudio e vídeo foram importantes na retomada de pontos nebulosos e/ou pouco esclarecidos quando de nossa presença no local de observação.

De todo o grupo estudado, a maioria não freqüentou os bancos escolares até depois da 3ª série, isso significa a quase total falta de percepção sobre conceitos matemáticos formais advindos dos bancos escolares. Isso não significa dizer que, em algum momento temporal, não se tenha aprendido aspectos matemáticos por parte de algumas integrantes do grupo estudado. O fato é que estamos indicando a formação de elementos conceituais e concretos, a partir da percepção visual de quem está executando determinada tarefa. Seria uma espécie de lógica própria a ser construída e que estaria relacionada de certa forma com o meio físico a qual se está trabalhando e principalmente um "discurso" estabelecido e não totalmente esclarecido por parte de quem está aprendendo e muitas das vezes de quem ensina, onde a representação espacial identificada na cerâmica nos permite realizar considerações não menos importantes em se tratando de aspectos manipulativos do ato de modelar.

Durante nossos estudos nos interessou muito o comportamento do grupo quando se deparou diante de situações até então nunca evidenciadas como, por exemplo, a construção de um artefato que esteja fora dos padrões usualmente produzidos pelo grupo. Isso é perfeitamente possível a partir do momento em que propormos formas e elementos a serem concebidos de tal maneira que possa caracterizar um problema, de fato, para o grupo e identificarmos um aspecto bastante motivador nas artesãs em resolver, cada uma, o seu "problema" proposto.

Em nossas observações, nos meses de março e abril de 2002, identificamos diferentes estratégias ou caminhos pré-configurados pelas louceiras/artesãs, com vistas à resolução dos modelos propostos. Para que tais objetivos fossem alcançados, registramos suas estratégias de pensamento, avanço e/ou recuo de procedimentos utilizados na construção dos artefatos, variabilidade de aspectos experimentais para posterior comparação de modelos produzidos. Ao final de nossas observações percebemos que os processos elementares do pensamento reflexivo e a ação/intervenção na realidade, por parte das artesãs, estariam supostamente conectados com os elementos constituintes dos sistemas de representação simbólica e semiótica do grupo, ou seja, a visão de mundo, seus mitos e crenças estavam diretamente conectados com o processo de "modelagem" dos elementos concretos.

Do grupo de artesãs solicitadas à construção das atividades consideradas atípicas, somente duas, de um total de treze louceiras, não encontraram soluções satisfatórias para seus problemas propostos, embora tenhamos identificado um comportamento bastante natural no grupo, pois trouxe uma espécie de "desafio" motivador para o mesmo, haja vista que o grupo – pelos aspectos vivenciados e registrados – não parece ter grande dificuldade na resolutibilidade de problemas novos. Para a realização de tal experimento, tomamos como atividade existente e intrínseca ao grupo a idéia de um Problema Etnomatemático, no sentido

de um estímulo à resolução de um determinado problema, e que pode ser entendido como uma questão em vias de resolução ou não, de tal forma que atenda as exigências intrínsecas a uma determinada população, contexto ou grupo, observando-se as suas limitações de ordem instrumental, capacidade de avançar ou recuar reflexivamente e consciência na/da incorporação de elementos não tradicionais, na busca sucessiva de mecanismos que integrem elementos não apenas matemáticos, através de uma construção de estratégias de solução (ou possíveis soluções).

Interface entre etnomatemática e matemática acadêmica

Investigar a própria realidade existente, não somente no que se refere a práticas matemáticas, más também o que existe além dela (ao redor desta realidade) é uma tentativa de introduzir, em um caráter pedagógico, os elementos existentes – não só matemáticos – e que fazem parte desse contexto objetivando a construção de mecanismos facilitadores para a aprendizagem escolar. Partindo desses aspectos básicos encontramos na etnomatemática um dos suportes necessários para sua implementação como forte braço metodológico do ensino e da aprendizagem da matemática escolar.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997, p.51 e 65) nos trazem, embutidos em seus objetivos, algumas sugestões de como desenvolver a articulação entre esses saberes, a partir do ensino da matemática formal, mostrando que as relações de aproximação entre esses saberes é possível, desde que os professores sejam preparados para disseminar esses diferentes diálogos.

A obtenção de significados em elementos que possam contribuir para a sedimentação de propostas alternativas de aprendizagem, direcionadas à realidade estudada, através de determinadas práticas matemáticas, toma corpo, a partir do momento em que entendemos ser de grande relevância verificar e compreender as diferentes maneiras e olhares existentes em um determinado contexto, que se refere ao seu cotidiano e quê ou quais implicações poderíamos levar em consideração a partir do momento em que fosse possível potencializar esses conhecimentos para dentro da sala de aula, objetivando contribuir – através da construção de elementos instrumentais satisfatórios – para a sedimentação de diretrizes alternativas no ensino da matemática.

Os elementos que tomariam parte na construção de uma pedagogia da matemática onde houvesse características de ordem técnica, social e antropológica, certamente seriam originados a partir de matrizes culturais instaladas no centro de um contexto específico onde a diversidade existente exerce um papel fundamental na evolução das idéias presentes e em constante transformação em um meio sócio-natural.

Essas características podem ser determinantes para a elaboração e concretização de uma proposta futura de aprendizagem no sentido de incorporação e consideração de todos esses elementos presentes na realidade estudada, pois partindo deste enfoque, as considerações anteriores podem ser incorporadas em possíveis descrições de nossa realidade. Isso caracteriza de certa maneira uma implicação pedagógica importante, como bem enfatiza D'Ambrosio (1990, p.29), pois "abre um novo caminho para uma abordagem centrada na complexidade psicoemocional do aluno, ao invés de técnicas transmitidas pelo professor", permitindo então uma nova postura, ou abertura de uma prática independente por parte do professor.

Nesse momento, o papel fundamental de abordagens pedagógicas fundamentadas em estudos da etnomatemática seria exatamente este: mostrar que existem caminhos alternativos de se conseguir construir conhecimento a partir da própria voz das pessoas, das crianças, dos alunos, etc, pois o conhecimento, segundo Abreu Jr. (1996, p.175) "está principalmente nas experiências, na história, na vida social que acontece fora das paredes da sala de aula. A escola é o local de encontro, de discussão e de humanização das relações em torno da construção do conhecimento", características importantes, estabelecidas como referências na construção de uma pedagogia etnomatemática sob uma ótica essencialmente transdisciplinar.

Resolvendo Problemas...

Acreditamos que, a partir de nossa experiência vivenciada, podemos estabelecer considerações pedagógicas entre a etnomatemática e suas diferentes manifestações em termos de representações e significados, tomando como enfoque representativo, a resolução dos problemas diários e que esperam por respostas, as mais variadas possíveis. Embora se tratando de um grupo de observação relativamente tradicional de louceiras (suas atividades instrumentais são realizadas há vários anos), as técnicas empregadas e o que está por trás delas nos fazem refletir sobre o conhecimento produzido pelas mesmas e de que forma poderíamos encontrar conectivos satisfatórios entre esses saberes tradicionais e os saberes formalizados da matemática acadêmica.

É possível estabelecer vínculos pedagógicos entre a etnomatemática presente em um determinado contexto e a configuração de problemas não característicos desse contexto? Como ocorreria essa "tradutibilidade" em termos elaborativos? Como trazer isso tudo para a sala de aula? Qual o significado e importância dessa confluência (etnomatemática/resolução de problemas) para a Educação Matemática? Esses "problemas" fazem parte de um universo maior a ser descoberto/construído pelas pesquisas em etnomatemática, principalmente as que estejam diretamente conectadas com a formação docente.

Portanto, alguns desafios hoje se fazem necessários em estudos sobre pedagogia em etnomatemática: a preparação de seqüências didáticas e/ou atividades instrumentais que possam realizar a aproximação de representações distintas (o dialogo) entre os diferentes saberes e a preparação adequada dos futuros professores para a correta utilização do instrumental fornecido pelas pesquisas, levando em consideração as suas especificidades locais, sem deixar de lado o caráter universal do significado imprimido na busca das respostas mais pessoais por parte de cada pessoa.

Bibliografia

ABREU JR. L. Conhecimento Transdisciplinar: O Cenário Epistemológico da Complexidade.

Piracicaba: Editora Unimep, 1996.

BORBA M. Ethnomathematics and Education. In:. Ethnomathematics – Challenging Eurocentrism in

Mathematics Education. Powell A.B. e Frankenstein M. (org.) State University of New York Press,

1997.

BRASIL. MEC. - Parâmetros Curriculares Nacionais para Matemática nos 1º e 2º ciclos,1997.

D'AMBRÓSIO, U. Da Realidade a ação: reflexões sobre Educação e Matemática. Campinas: Summus, 1986.

D'AMBRÓSIO, U .Etnomatemática: arte e técnica de aprender. São Paulo, SP; Ed. Ática, 1990.

GERDES P. A Ciência Matemática . INDE/Núcleo Editorial, 1981.

PEREIRA F.A. A Contribuição do Texto Livre na Vitalização Pedagógica da Sala de Aula: uma experiência na escola pública natalense. Tese (Doutorado) UFRN, CCSA, Departamento de Educação: PPGEd, Natal: 1997.

A Matemática e o Livro Didático no Ensino Fundamental: espaço para qual Cidadania?

Mestranda: Joseane Pinto de Arruda
Profª das séries iniciais do E. F. do Colégio de Aplicação/CED/UFSC
Orientador: Prof. Dr. Méricles Thadeu Moretti
Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica
CFM/CED/UFSC

Introdução ao tema:

As reformas e propostas previstas na Lei de Diretrizes e Bases (9394/96) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1996-98), trazem como um dos seus objetivos, um ensino voltado à construção da cidadania, ou ainda, à preparação do sujeito para o exercício da cidadania.

Esse propósito parece relacionar a idéia de cidadania apenas aos direitos e deveres do cidadão, não deixando evidente a operacionalização desse conceito na prática escolar. Atualmente, a preparação à cidadania está vinculada com o conhecimento, onde se exige uma qualificação do sujeito para enfrentar as adversidades e desafios do mundo moderno, ao mesmo tempo em que, se pretende resgatar os valores éticos e morais.

Tratando particularmente do ensino de matemática o qual ocupa um certo status no currículo escolar se o compararmos às outras disciplinas com relação a carga horária destinada ao seu ensino, entende-se que ele representa um instrumento norteador para o desenvolvimento da tecnologia em nossa sociedade. A matemática é conhecimento incorporado socialmente, presente desde as representações de gráficos estatísticos às decisões econômicas e políticas de uma dada ordem, podendo tornar-se um instrumento poderoso para a reprodução ou transformação do modelo social vigente.

Assim, o ensino de matemática pode configurar-se em um recurso indispensável à formação do cidadão ao possibilitar um conhecimento vinculado à realidade sócio-cultural e permitir o livre acesso de todos a uma forma de saber consolidada historicamente.

No entanto, esse ensino quando aplicado na escola, não responde mais às adaptações e posturas que a sociedade exige, restringindo-se a moldes pautados na repetição e fragmentação do conhecimento, entre outras coisas, desencadeando processos geradores de exclusão do sujeito.

Na tentativa de romper com esse quadro, é preciso desvelar o significado e o espaço cedido no ensino de matemática à cidadania, para compreendê-lo e propô-lo de forma inclusiva e possível na escola.

Sobre isso, um dos meios de análise presentes no contexto escolar é o ensino viabilizado pelo livro didático subsidiado pelo MEC/FAE, que as escolas públicas podem adotar como instrumento para o professor na mediação do conhecimento. Esse recurso é freqüentemente responsável por determinar o conteúdo a ser ensinado, os tipos de exercícios e avaliações a serem seguidas, certamente revelando um espaço à formação.

Dessa forma, com a preocupação de reconhecer que espaço e para qual cidadania os livros didáticos propõem para o ensino de matemática, pretende-se analisar as possíveis visões, ideologias implícitas e contraditórias presentes no conceito de cidadania, a fim de propor ações que articulem o conhecimento matemático à cidadania mais real e plena.

Justificativa:

Algumas e pesquisas em Educação Matemática têm oportunizado ao professor um caminho cada vez mais importante e possível para o seu ensino diferenciado, abrangendo todos os graus de escolaridade: Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Universitário.

Com isso, estudos acerca do papel que desempenha a aprendizagem e o ensino de matemática, me levaram a pensar nos objetivos dessa disciplina no currículo escolar, nas suas relações com as outras disciplinas e sobretudo, na possibilidade de reverter problemas vivenciados no quotidiano escolar, tais como: os elevados índices de repetência, pavor de matemática e dificuldades de aprendizagem por parte de alguns alunos.

Esse fato caracteriza o ensino de matemática como um regulador sobre o êxito e fracasso dos alunos, funcionando como verdadeiro filtro social dentro e fora da escola. Muitas vezes, isso ocorre em função de um estatuto já solidificado na escola de que seu ensino prima por uma abstração generalizada, por modelos e exemplos, que há sempre uma resposta que não deve ser questionada, pois há uma verdade numérica e um ideário de verdade absoluta e inquestionável.

Tratando especificamente do conhecimento que é reproduzido no livro didático, pode-se identificar crenças tributárias desse ensino voltado à regulação, quando geralmente oferece conteúdos de matemática que compactuam com exercícios mecânicos, listas infinitas e padronizadas com instruções a serem repetidas. Isso revela um determinado espaço contraditório a um ideal de cidadania, ou seja, um espaço à exclusão.

As expectativas previstas pela Lei de Diretrizes e Bases (9394/96), descrevem como um dos objetivos gerais do ensino "preparar para o exercício da cidadania" (Título II, art. 3º), e nos PCNs para o Ensino Fundamental há um conceito atribuído à cidadania que assim a descreve:

"(...) compreender a cidadania como participação social e política, assim como o exercício de direitos e deveres políticos, civis e sociais, adotando, no dia a dia, atitudes de solidariedade, cooperação e repúdio às injustiças, respeitando o outro e exigindo para si o mesmo respeito." (BRASIL,1998, p.55).

Desse modo, observa-se que a idéia de um ensino voltado à cidadania é aquele que deve enfatizar que ser cidadão é ter direitos e deveres, cumprir as leis, pagar impostos, ter acesso à saúde e educação.

Nos PCNs de matemática essa idéia prevalece com uma formatação mais sutil, ou seja, pressupõe caminhos à formação do cidadão e construção da cidadania:

"(...)a matemática pode dar a sua contribuição à formação do cidadão ao desenvolver metodologias que enfatizem a construção de estratégias, a comprovação e justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho coletivo e a autonomia advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar problemas.

(...)para exercer a cidadania é necessário saber calcular, medir, raciocinar, argumentar, tratar informações estatisticamente etc." (p. 27)

Entretanto, se direcionarmos a construção da cidadania no ensino de matemática apenas subordinada à aprendizagem dessas habilidades estaremos reduzindo o seu espaço á exclusividade, o qual é o real vivido nas escolas em relação a um conhecimento matemático excludente e mecânico.

Para tentar reverter esses aspectos, o ensino de matemática na escola deve permitir abandonar certas posturas radicais e funcionais, que se refletem na sociedade, adotando outras, que se identifiquem com propostas que questionem sobre qual cidadania se pretende e em nome de qual coletividade construí-la, resgatando seus valores éticos.

Usando o livro didático como suporte para análise desse ensino nos deparamos com uma intensificação de propostas e atividades que corroboram com uma funcionalidade e padronização da matemática escolar corrente. Esse recurso tecnológico, reconhecido socialmente e incentivado pelas políticas públicas, de acordo com os PCNs, representa um dos maiores reguladores da ação do conhecimento e responde por ideologias, crenças e conhecimentos sólidos, produzindo um determinado espaço particular de ensino. Resta saber para qual cidadania.

Nesse caso, idéias podem ser exploradas:

1) A primeira, é de que esse espaço poderá adquirir um caráter de reprodução de um sistema dominante e excludente, enfatizando o conhecimento vinculado pertencendo a um currículo pronto, previsível, com características à funcionalidade e ao progresso. Nesse caso, orientado à formação de alunos passivos, subordinados, treinados e cômodos, estabelecendo-se um tipo de cidadania para a passividade e exclusão;

2) Antagonicamente, a segunda idéia é a de que este espaço poderá adquirir um caráter que prime pela reflexão da própria constituição do conhecimento, do currículo previsto, questionando a linearidade e a fragmentação. Que respeite as diversidades culturais, a singularidade, envolva e resgate os valores éticos, o convívio com as diferenças, que busque a formação de alunos críticos e criativos, para exercerem uma cidadania que vise ao coletivo.

A cidadania de que falamos precisa ultrapassar o discurso do senso comum, que poderia ser traduzido como muitas vezes ouvimos dizer, 'o direito do outro termina quando começa o meu', isso reflete o próprio uso do individualismo em detrimento de um coletivo. Entretanto, a cidadania precisa referir-se à qualificação das condições de existência humana, onde direitos e deveres não devem ser vistos como algo individualizado e sim, questionados em nome de uma igualdade de acesso e poder sobre os meios de informação e produção.

Para tanto, é necessário compreender o significado da cidadania, não só enquanto objetivo educacional de uma Lei maior, mas sobretudo, a sua operacionalização na escola através do ensino. Essa instituição teria que fornecer instrumentos que possibilitassem uma cidadania plena, articulada, nesse caso, com o conhecimento matemático.

Problema da pesquisa:

Dessa forma, pretende-se identificar que espaço e para qual concepção de cidadania estão presentes nos livros didáticos no ensino de matemática, subsidiados pelo MEC/FAE, para o Ensino Fundamental, e que ações podem ser propostas neste nível de ensino para articular o conhecimento matemático à cidadania ?

Objetivos:

Geral: Investigar junto aos professores de matemática do Ensino Fundamental, o significado de cidadania e sua operacionalização no ensino, em particular nos livros didáticos subsidiados pelo MEC/FAE, para identificar o espaço concedido e para qual concepção de cidadania.

Específicos:

1) Analisar criteriosamente a concepção de cidadania nos livros didáticos para o ensino de matemática, acompanhando as avaliações do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e identificando o espaço concedido a construção de cidadania;

2) Verificar junto aos professores como é organizado o processo de seleção e escolha do livro didático de matemática, relacionando as atividades propostas nesse recurso à concepção de cidadania;

3) Propor aos professores de matemática ações que dimensionem uma maior articulação entre o conhecimento de matemática veiculado pelo livro didático e a cidadania.

5. Referencial Teórico:

A finalidade da Educação Básica, conforme a Lei de Diretrizes e Bases (9394/96), é "desenvolver o educando, assegurando-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores". (BRASIL, p.13)

Com isso, vincula-se à cidadania um ideal a ser alcançado e imprescindível à todos os níveis formais de ensino, estando implícito um conceito de cidadania nos artigos e parágrafos preconizados pela Lei, relacionando-o com a construção de habilidades voltadas às competências.

Ao tratar especificamente do Ensino Fundamental no Art. 32, a LDB assume que a formação básica do cidadão está subordinada ao desenvolvimento da capacidade de aprender e dominar a leitura, a escrita e o cálculo, bem como adquirir conhecimentos e habilidades, atitudes e valores, estabelecer os laços de solidariedade humana e tolerância recíproca, em que se assenta a vida social.

Assim, podemos relacionar um conceito de cidadania alicerçado no domínio do conhecimento e presente nos ideais de direitos e deveres humanos. No entanto, essa intenção precisa ser investigada, pois traz uma concepção de cidadania que corresponde, muitas vezes, ao senso comum repassada na escola mediante o ensino.

A operacionalização no cotidiano escolar de uma cidadania que transcenda a idéia de cumprimento de deveres e direitos deve estar articulada a um ensino que ofereça instrumentos para a participação igualitária na sociedade e gere uma política de inclusão.

Nesse caso, entendendo o conhecimento de matemática como uma importante ferramenta para a construção da cidadania, a qual se destaca quando se rompe com um caráter de neutralidade e racionalidade que revestem seu ensino corrente para prever atividades que exijam muito mais que a realização de um cálculo descontextualizado. Isso se observa, por exemplo, quando se solicita e se trabalha com uma interpretação do consumo de energia elétrica, questiona-se o acesso desse direito à uma pequena parte da população e se

discute os problemas ocasionados pelos prováveis cortes de fornecimento em detrimento de uma economia globalizada.

Nessas condições, podemos situar o ensino de matemática como um fomentador de elementos construtivos para o aluno, propiciando-lhe o acesso à informação e aos meios de produção, podendo fornecer-lhe condições de executar ações para modificar ou não a realidade em que vive.

Podemos identificar em D'Ambrósio (1996), que

"(...) hoje cidadania implica conhecimento. O conhecimento está subordinado ao exercício pleno da cidadania e, conseqüentemente, deve ser contextualizado no momento atual, com projeções para o futuro."(p.86)

Para articular um ensino de matemática à cidadania plena visando à formação de um sujeito coletivo é importante compreender a constituição e as trajetórias por que percorre o conhecimento até chegar efetivamente à reprodução na sala de aula, além de investigar as intenções ocultas presentes nas atividades e exercícios propostos.

Pensando numa perspectiva pedagógica, a noção de transposição didática, estudada por Yves Chevallard para o ensino de matemática, discute o processo seletivo do conhecimento, que se dá mediante uma série de influências envolvendo vários segmentos do sistema educativo.

Segundo Chevallard, (1991, p.39):

> *"Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar o lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamado de transposição didática."*

As transformações por que passa o conhecimento, o afasta das questões específicas as quais estavam condicionadas no contexto próprio de sua produção. No âmbito do matemático (cientista), elas sofrem interferências até se efetivarem como objetos de ensino: a epistemologia dominante, os movimentos da sociedade, a realidade do sistema educativo, a formação do professor.

A transposição didática contribui nessa análise como um instrumento que permite compreender a lógica dos saberes matemáticos a ensinar, situando o livro didático no contexto das transformações do saber científico em saber a ensinar. Desse modo, um saber ensinado se manifesta mediante um saber legitimado no currículo, estruturado em programas escolares e convertido no livro didático, que traz em suas propostas e exercícios consagrados um modelo padrão e bastante evidente no ensino de matemática.

Sobre isso, Machado (1997), nos revela que:

> *"(...) o livro didático, de um modo geral, poucas vezes consegue escapar da apresentação convencional, que distingue com nitidez o momento da teoria do momento dos exercícios de aplicação; estes por sua vez, quase sempre limitam-se a problemas estereotipados, onde também se distingue com nitidez os dados – sempre necessários e suficientes para a resolução – dos pedidos, a serem determinados com a utilização dos dados." (p. 120)*

Ainda nessa perspectiva, quando se aplica no ensino certos conteúdos provenientes dos livros didáticos, é preciso questionar o contexto de origem e os valores sociais e éticos implícitos que geraram os conteúdos e atividades, para justificar ou não a presença desses no ensino, visando à operacionalização de uma educação para a cidadania.

Como propõe D'Ambrósio (1996) ao tratar do ensino e do papel do professor de matemática:

> *" A educação para a cidadania, que é um dos grandes objetivos da educação de hoje, exige uma apreciação do conhecimento moderno, impregnado de ciência e tecnologia. Assim, o papel do professor de matemática é particularmente importante para ajudar o aluno nessa apreciação, assim como destacar alguns dos importantes princípios éticos a ela associados." (p. 87)*

Dessa maneira, entender o processo e a seleção do conhecimento que se propõe e as suas transformações em sala de aula são determinantes para encaminhar uma ação que se constitua um espaço possível de inclusão social e exercício da cidadania.

A matemática conjugada com a cidadania, pode ser um princípio articulador pela qualidade desse ensino ao refletirmos o papel de reprodução ou transformação que este conhecimento pode representar em relação à sociedade.

Metodologia:

O alvo escolhido para a pesquisa são os professores da rede pública que atuam no ensino de matemática do Ensino Fundamental no município de Florianópolis-SC. A pesquisa a ser realizada tem uma perspectiva de natureza qualitativa, na forma de um estudo de caso, com a utilização de entrevistas semi-estruturadas, análise documental e de conteúdo.

O estudo de caso, revela-se importante a partir da possibilidade de focalizar a investigação numa situação natural. É rico em dados descritivos e possui um plano aberto e flexível, permitindo localizar a realidade de forma complexa e contextualizada.

Para a investigação aqui proposta serão dois estudos de caso, um deles será desenvolvido numa escola pública da rede municipal e, o outro, numa escola da rede estadual de ensino. Nesse caso, será feita uma descrição de cada escola, caracterizando-as num contexto próprio e selecionando os professores efetivos de matemática do Ensino Fundamental, priorizando aqueles que adotam o livro didático (subsidiados pelo MEC/FAE) como instrumental em sala de aula.

Será utilizada a técnica de entrevista semi-estruturada com os professores, abordando a seguinte questão temática: ensino de matemática no livro de didático e cidadania. Será realizada também uma análise de conteúdo no livro didático que os mesmos utilizam.

Algumas etapas foram organizadas no sentido de estruturar a pesquisa:

1. Primeiramente, uma análise documental da Lei de Diretrizes e Bases (9394/96) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais (1996-98) para o ensino de matemática, com a intenção de compreender e revelar os significados atribuídos à cidadania;

2.Em seguida, serão elaboradas as entrevistas semi-estruturadas, abordando o tema da pesquisa, para serem aplicadas aos professores de matemática efetivos que compõem o quadro docente das escolas escolhidas;

3. Após a análise dos dados obtidos nas entrevistas, pretende-se promover um estudo de conteúdo nos livros didáticos de matemática que são utilizados nessas escolas, (subsidiados pelo MEC/FAE/PNLD), propondo uma categorização dos exercícios e atividades apresentadas nesse recurso didático para identificar os possíveis espaços para a cidadania e sob qual concepção;

4. A partir dessa categorização nos livros didáticos de matemática, propor ações aos professores, a fim de articular o conhecimento matemático com a cidadania;

Bibliografia

BICUDO, Mª Aparecida V. Ensino de Matemática e Educação Matemática: algumas considerações sobre seus significados. Rio Claro, SP, 1.999. (In: Boletim de Educação Matemática – ano 12 – nº 13 – p. 1-12).

_____(org.). Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas. São Paulo:UNESP, 1999.

BRASIL, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394, de 1996.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática/ 1º e 2º ciclos/ Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática / 3º e 4º ciclos/ Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/ Brasília: MEC/SEF, 1998.

CASTRO, Cláudio de M. A Prática da Pesquisa. São Paulo: McGraw-Hill, 1977.

CHEVALLARD, Yves. La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble, La Penseé Sauvage, Editions, 1991.

COVRE, Maria de L. M. O que é cidadania? São Paulo, SP: Brasiliense, 1993 – (Coleção Primeiros Passos)

D' AMBRÓSIO, Ubiratan. História da matemática e educação. Campinas, SP: Papirus, 1996 (In: Cadernos CEDES, p. 7-17).

_____. Educação Matemática: da teoria à prática. Campinas, SP: Papirus, 1996 – (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

GALLO, Sílvio (org.). Ética e Cidadania: caminhos de filosofia. Campinas, SP: Papirus, 1997.

FREITAG, Bárbara et al. O livro didático em questão. São Paulo: Cortez, 1993.

LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo:EPU, 1986.

MACHADO, Nilson J. Educação e cidadania. In: Ensaios Transversais "Cidadania e Educação". São Paulo, SP: Escrituras Editora, 1.997.

PAIS, Luiz C.. Didática da Matemática – uma análise da influência francesa (Coleção: Tendências em Educação Matemática). Belo horizonte: MG: Autêntica, 2001.

PERRELLI, Maria A. de S. A Transposição Didática no campo da indústria cultural: um estudo dos condicionantes dos conteúdos dos livros didáticos de ciências. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 1996.

ROCHA, Iara C. B da. Ensino de Matemática: Formação para a Exclusão ou para a Cidadania?. In: Educação Matemática em Revista. (SBEM), Ano 8, Nº 9/10 – Abril 2001, p. 22.-31.

SKOVSMOSE, Ole. Educação Matemática Crítica: a questão da democracia. (Coleção: Perspectivas em Educação Matemática). Campinas, SP: Papirus, 2001.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. A Educação Matemática em Revista. Séries Iniciais, ano II – nº 3 – 2º semestre / 94.

Uma História dos Jogos de Estratégia

Autor: Josinalva Estacio Menezes
Orientador: Prof. Phd John Andrew Fossa
Instituição: Ufrpe/Ufrn

Os jogos em geral sempre estiveram ligados à vida social, como à religião, às artes e outras manifestações culturais do homem. Entre suas várias funções têm sido sempre instrumentos de aprendizagem; vêm a ser também uma forma de linguagem usada para a transmissão das conquistas da sociedade em vários campos do conhecimento, pois ao ensinarem o jogo, estão ensinando a própria vida. Alguns jogos, tais como o cabo-de-guerra, o xadrez e os wargames são considerados o espelho da cultura e da sociedade. Os jogos de estratégia ou matemáticos, antigamente chamados recreações, que se constituem num tema de forte interesse para os pesquisadores da Educação Matemática, nos dias de hoje, têm registros sobre sua existência, discussão e tratamento matemático desde o século XIV. Ênfase é dada, também hoje ao estudo da História da Matemática, com indicações para sua inclusão nos currículos de matemática das escolas em geral. No que tange aos jogos, no entanto, as divulgações históricas mais comuns têm-se limitado à propagação de algumas lendas, evidências históricas da existência de determinados jogos em alguns locais (ABRIL CULTURAL, 1979) e à discussão matemática sobre algumas recreações específicas (LUCAS, 1882).

O tema escolhido foi uma história dos jogos de estratégia. A razão de tal escolha vem de vários fatos. Inicialmente, é um tema atual no contexto da Educação Matemática, que tem na História da Matemática uma de suas principais tendências. Um outro argumento é que as lendas e o mistério de que revestem os jogos de estratégia têm se constituído em um motivo de encantamento e interesse por parte dos que tomam contato com estes elementos narrativos, conforme temos testemunhado em eventos que envolvem a comunidade escolar tais como feiras de ciências e oficinas de jogos matemáticos. Já dizia um cientista famoso, cujo nome escapa-nos à memória, que conhecer uma ciência é conhecer a história desta ciência. Se o jogo está tão intrinsecamente ligado à vida do homem, significando ser um componente básico num grupo social, então se torna de grande importância o seu estudo para o mesmo. Assim, estamos desenvolvendo para o Doutorado uma pesquisa mais efetiva sobre os jogos de estratégia, chamados até o século passado de recreações matemáticas, desde os seus primeiros registros existentes. Para isso, vamos apresentar um breve panorama do tratamento dado atualmente aos jogos de estratégia (ou matemáticos), com alguns exemplos considerados relevantes. Além disso, pretendemos fazer uma breve exposição sobre os aspectos históricos mais largamente já conhecidos e mais citados, destacando a importância de pesquisar mais a fundo sobre a história dos jogos, um tema interessante, sem dúvida para o ensino da matemática.

Na busca de um estado d´arte que possibilitasse a formação de um arcabouço bibliográfico para compor a dissertação de mestrado, defendida em dezembro de 1996, não constatamos a existência de nenhum texto científico voltado exclusivamente para a história dos jogos matemáticos chamados, até o início deste século, de Recreações Matemáticas. Com o passar do tempo, mantendo contato com vários pesquisadores sobre a utilização de jogos no ensino em geral, e de matemática em particular, o senso comum é de que a história do jogo se confunde com a história do próprio homem; tanto que o jogo está presente nos mais diversos rituais das sociedades através dos tempos (HUIZINGA, 1980; CAILLOIS, 1990, etc.). Assim,

surgiu o interesse em investigar mais a fundo o assunto. A partir de trabalhos isolados, for possível esboçar uma estrutura histórica que resultou nos encaminhamentos presentes neste trabalho, o qual está sujeito a ser mais desenvolvido, na pesquisa. Neste sentido, acreditamos que esse trabalho pode vir a ser uma contribuição que permitirá, além do aprofundamento do que se sabe sobre os jogos de estratégia, juntar mais elementos aos já existentes para a melhor compreensão de estruturas dos componentes da matemática, tais como escolha de soluções e de estratégias vitoriosas, o que poderá se refletir no conjunto de contribuições às já existentes para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem da matemática. Portanto, o objetivo geral desse trabalho é escrever uma história dos jogos de estratégia, observando o modo de criação e discussão dos mesmos em comparação com a produção da matemática.

Para desenvolver essa pesquisa, estamos fazendo, basicamente, pesquisa bibliográfica e na Internet, na busca dos elementos para compor o trabalho, dividido nas seguintes etapas: Inicialmente, uma discussão sobre o jogo em geral, quanto à etimologia nos diferentes países, às definições e classificação do mesmo, segundo alguns critérios; as concepções na Filosofia, Sociologia e outras áreas do conhecimento científico; algumas implicações no contexto educacional e na formação do indivíduo. Em seguida, uma discussão análoga, desta vez com enfoque nos jogos de estratégia e uma referência à Teoria dos Jogos, que inclui idéias matemáticas surgidas ao longo da história e os matemáticos de destaque; o pensamento matemático e a produção do conhecimento matemático. Depois, uma cronologia dos jogos matemáticos, desde a Antiguidade até o século atual, incluindo as categorias da classificação escolhida; o próximo passo será a análise geral de três das primeiras publicações anteriores ao século XVII. No capítulo seguinte, procederemos a uma análise mais detalhada de cerca de quinze recreações que atravessaram os séculos, de acordo com as discussões realizadas anteriormente, e o modo de apresentação das mesmas, bem como sua inserção nas obras analisadas, e finalmente a análise da obra prima sobre o assunto de dois dos mais conhecidos matemáticos nessa área do final do século XIX, para verificação das eventuais diferenças de abordagens nas recreações matemáticas. Na fase atual do trabalho, estamos procedendo à tradução das obras citadas para análise. Podemos avançar alguns resultados obtidos, que apresentaremos a seguir.

Lançando um olhar para a fala de estudiosos do efeito dos jogos na formação do indivíduo em diversas áreas do conhecimento, constatamos que os jogos sempre foram instrumento de ensino e aprendizagem. Reforçando isso, vemos hoje uma vasta produção literária sobre este assunto. Da psicologia geral, vemos que o jogo favorece o desenvolvimento geral da criança, enquanto que, entre muitas outras coisas, socializa, plenifica, promove uma formação integral do indivíduo no sentido moral, psicomotor, entre outros (CARNEIRO,1994; KISHIMOTO,1992, etc). Na Psicologia Cognitiva, temos diversos trabalhos sobre o jogo na formação intelectual da criança, inclusive nas interações sociais desta com semelhantes (PIAGET, 1977; VYGOTSKY, 1988; DIENES, 1976; KAMII & deCLARK, 1992; LOVELL, 1988, etc.) Na Educação, de uma forma geral, favorece a aprendizagem enquanto promove um ambiente descontraído, harmonioso, leve, bem ao gosto da criança no seu dia a dia (ALMEIDA, 1976; BOUSQUET, 1986; CHÂTEAU, 1987; LEIF & BRUNELLE, 1978, etc.)

Em particular, no ensino de matemática, o jogo ajuda a criança a tomar os primeiros contatos com a matemática sem a formalidade que requer uma linguagem toda especial, nem sempre fácil para a criança (DIENES, 1972; BARCO, 1991; BORIN, 1995; DAVIS & HERSH, 1989; FRARE, 1990; TAHAN, vários, etc.). Para auxiliar o trabalho dos professores, temos ainda publicações que orientam a utilização de jogos educativos em geral, ou matemáticos em particular, dentro e fora da sala de aula, o que inclui a organização do material, preparação do

ambiente, coordenação dos trabalhos e avaliação dos resultados. Portanto, são várias as razões que tornam o jogo não só viável no desenvolvimento integral da criança, como também útil à sua aprendizagem. Todas essas considerações reforçaram, a nosso ver, a necessidade de uma pesquisa mais apurada e abrangente sobre a história dos jogos matemáticos, cuja riqueza e influência de encanto nos matemáticos dos mais brilhantes conhecidos, como é o caso de Gauss e Descartes, poderia vir a levar os nossos alunos a contar com mais um atrativo para o estudo da matemática.

É constatada uma preocupação muito antiga com a introdução dos jogos na aprendizagem, e o hábito ainda mais antigo que os matemáticos tinham de dedicarem horas de seu tempo a se deleitarem com as diversões matemáticas. Cabe aqui citar (GUZMÁN, 1986, prefácio). TAHAN, citado por SANTOS[10] , era um dos estudiosos e adeptos da utilização do jogo no ensino da matemática. Para ele, o jogo "faz com que o aluno sem aptidão para a matemática passe a gostar dela."(TAHAN, 1962, p.183). Conclui SANTOS: "Assim, o poder de motivação e o poder de integração da técnica de jogos deveriam interessar positivamente ao ensino de matemática."(SANTOS,1979, p.1). Cumpre-nos lembrar também Walt Disney, com sua matemágica, apresentada em vários filmes. Este, juntamente com Monteiro Lobato e o toque de ternura de sua "Aritmética da Emília" e com Malba Tahan e suas belas e poéticas obras sugerem uma quebra na "sisudez" da matemática e dos matemáticos. Alguns levam mais adiante esse entusiasmo, como vemos na afirmação de G. G. HARDY, citado por MEDEIROS: "A matemática é mais do que qualquer outra arte ou ciência, um jogo para pessoas jovens."(MEDEIROS, 1973, s. p.). Neste sentido, a matemática seria, segundo Poincaré, um jogo cujas estruturas são as formas das relações estabelecidas com os objetos matemáticos, na busca do formalismo puro. Segundo POINCARÉ, citado por SANTOS, "Ao se modelar o pensamento matemático, não se cogita do significado, do conteúdo desses objetos."(SANTOS, 1979, p. 2). No âmbito da Matemática, o jogo permite que o aluno utilize seus conhecimentos em experiências diárias. Como a organização relaciona as idéias para torná-las mais significativas, isso facilita a associação de conhecimentos anteriores e atuais, evitando a memorização, o que permite lidar com diversas áreas de informação a qualquer momento.

Atualmente, existe uma teoria dos jogos formal, sobre a qual comentaremos mais adiante. Vemos também em laboratórios de matemática da atualidade, alguns trabalhos com jogos semi-estocásticos (WAR, por exemplo) que necessitam uma combinação de acaso e raciocínio. Contamos também com uma teoria dos jogos de acaso, produzida na França.

Os jogos matemáticos são chamados por muitos de recreações matemáticas e sobre elas comentaremos a seguir. Apesar de existirem bons textos sobre História da Matemática, como os de BOYER (1963), EVES (1997) e STRUIK (1967), nos quais são narrados vários desenvolvimentos de idéias, grandes teorias e descobertas matemáticas de todos os tempos, pouco é conhecido sobre a evolução dos jogos de estratégia ou recreações matemáticas, como eram chamados até o século passado. Encontramos uma aritmética do século XV, tida como a mais antiga contendo problemas recreativos; trabalhos do século XVII, de Ozanam e Gaspar de Bachet, que cita problemas desde a Antiguidade; e livros do século XIX, EDOUARD LUCAS (1882) e o de ROUSE BALL (1892), sendo que este último confirma que os primeiros trabalhos conhecidos reunindo várias recreações matemáticas são os de CLAUDE GASPAR BACHET, MONSIEUR DE MÉRIZIAC, em 1612 E 1624; de OZANAM em 1694 e de MONTUCLA, que compilou uma das edições de BLANCHET, em 1750. Segundo Moura (1991), as obras do

[10] TAHAN, M. A Didática da matemática vol.1. S. Paulo: Saraiva, 1962.

russo Yakov Perelman, como "Aprender Álgebra Brincando" [11], foram precurssoras do ensino de matemática de forma lúdica. Os textos de Lucas e de Ball descrevem com riqueza de detalhes e o devido respaldo histórico, um conjunto de vários problemas famosos, os passos seguidos pelos matemáticos que a eles se dedicaram, e seus trabalhos correlatos. Em trabalhos mais recentes, encontramos várias versões simplificadas ou atualizadas dessas recreações em livros, revistas de passatempos, textos educativos ou voltados para o exercício do pensamento. Finalmente, falar hoje de recreações matemáticas remete-nos à vasta obra de Martin Gardner, que manteve ao longo dos anos uma seção com esse nome no periódico de divulgação científica "The Scientific American". A maioria desses artigos aparece também reunidos em numerosos livros, originalmente escritos em inglês e traduzidos para inúmeros idiomas, alguns dos quais são referidos em nossa bibliografia. Conway (1984), sem dúvida um dos grandes matemáticos deste século, abre uma de suas obras mais importantes sobre jogos matemáticos, o conhecido livro "Winning Ways" com uma dedicatória a Martin Gardner, "aquele que, como ninguém, trouxe mais matemática para mais milhões". Ao longo da história, algumas recreações têm sido difundidas à luz de uma análise matemática. Todos esses problemas têm sido contemplados na teoria dos jogos surgida nesse século, da qual falaremos em seguida, e que seria certamente um deleite para o grande Leibniz.

Ao longo da história, no contexto da matemática, vemos constantemente referências a pessoas que se dedicaram a pesquisar, produzir e publicar trabalhos sobre recreações matemáticas ou jogos de estratégia. Os trabalhos de tais autores têm atravessado os tempos, mas se mantido sempre atraentes e interessante, sem perder o seu encanto, e deixar de chamar a atenção dos leitores e provocar o desafio. Assim, destacaremos alguns dos considerados os mais notáveis. Citaremos alguns.

I. Afonso X – Tendo vivido no século XIII, Afonso X de Leão e Castela era também chamado "O Sábio". Preocupado com a cultura, queria que tivéssemos a percepção da importância dos jogos como manifestação cultural. A característica principal do seu pensamento era a eternidade do espírito lúdico.

Segundo o mesmo, "Deus quis que os homens se divertissem com muitos e muitos jogos, pois eles trazem conforto e dissipam as preocupações" (Abril cultural, 1979, p. i da introdução).

II. Edouard M. Lucas – matemático que teve destaque no século passado, dedicou-se a pesquisar alguns jogos matemáticos juntamente com a sua evolução histórica, e a teoria matemática que respaldava o desenvolvimento de cada um. Lucas é o criador da Torre de Hanói, que completou recentemente 100 anos de existência. Este matemático Francês, Edouard M. Lucas, mais conhecido como o criador da Torre de Hanói, realizou diversos trabalhos, bem como Montucla e Ozanam no sentido de pesquisar em diversas fontes os trabalhos de que refletiam um tratamento puramente matemático dispensado a algumas recreações por ele selecionadas, com o problema dos quadros mágicos, as pontes de

[11] citado por Moura, 1994,p.5.

Köenisberg, a travessia do barco, as oito rainhas, os dominós diabólicos, a não inextrincabilidade dos labirintos , as três esposas, o passeio do cavalo no jogo de xadrez, entre outras.

III. Rouse Ball - também matemático do século passado, Ball foi um dos pesquisadores que, como Lucas, preocupou-se com a teoria matemática atrelada a cada jogo, a qual era descrita numa linguagem meio formal e meio corrente. Seus trabalhos sobre "Mathematical Recreations" atravessaram os tempos, e hoje são referência para quem estuda a teoria dos jogos e/ou os jogos na matemática.

IV. Martin Gardner - matemático americano cujo trabalho data desse século; Gardner tem vários livros publicados sobre o assunto, além de colaborar com várias revistas especializadas sobre o assunto. Martin Gardner obteve grande destaque nesse século na área das recreações matemáticas.

V. Johan Huizinga – filósofo deste século, Huizinga escreveu o brilhante livro " Homos Ludens" , onde descreve as várias faces do jogo e sua presença nos mais diversos rituais e componentes culturais (casamento, guerra, iniciação, política, religião, etc.), que podem haver em uma sociedade. Huizinga tece ainda uma argumentação sobre a relação entre jogo e ciência, duas coisas que não são consideradas compatíveis por ele, apesar de existir quem pense diferente.

VI. Roger Caillois – sociólogo francês, Caillois fez, em seu livro " Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem" uma classificação, a mais geral possível, sobre as categorias do jogo, em número de quatro: competição, acaso, faz de conta e vertigem. Estabeleceu ainda relação entre cada suas dessas categorias combinadas, e fez um estudo completo sobre o papel, a importância e o efeito dos diferentes tipos de jogos na sociedade. Vale salientar que existem outras categorizações para classificar os jogos feitas por outros autores (OLDFIELD,1986 ; LEMAT, 1991), apenas para citar alguns).

VII. I. Perelmann – matemático russo, tem diversos trabalhos publicados nesse século que refletem a sua preocupação de suavizar o ensino-aprendizado de matemática, a exemplo do seu "aprenda matemática brincando", entre outros.

VIII. Lewis Caroll – matemático inglês, conhecido também como o autor da estória "Alice no país das maravilhas", destacou-se com sua grande obra em jogos do tipo enigmas ou puzzles.

IX – Malba Tahan – brasileiro, professor de matemática e autor de mais de cem livros sobre jogos, matemática e ensino. Tahan refletia em seus trabalhos a preocupação que se adotasse um ensino de matemática desprovido de "sofrimentos" epistemológicos, formais, didáticos, o que resultou numa obra admirável, que serve de referência e consulta por parte daqueles que enveredam por essa área de estudo.

Além desses, podemos citar Von Neumann e Borel, criadores da teoria dos jogos, a qual descreveremos em nosso trabalho, já desejada por Leibinz no século XVIII e Conway, que nas duas últimas décadas tem apresentado trabalhos em teoria dos jogos. Consideramos válido ainda citar as contribuições de Monteiro Lobato na literatura, e Walt Disney, no cinema, que traziam um ar de encanto e romantismo ao cenário da matemática. Algumas frases de famosos que reforçam o valor dos jogos:

"Não há homens mais inteligentes do que aqueles que são capazes de inventar jogos. É aí que seu espírito se manifesta mais livremente. Seria desejável que existisse um curso inteiro de jogos tratado matematicamente." (Leibniz)

"O jogo é um fenômeno total. Diz respeito ao conjunto das atividades e dos anseios humanos. Poucas são as disciplinas, da pedagogia às matemáticas, passando pela história e pela sociologia que o podem estudar sem um desvio qualquer." (Roger Caillois)

"O jogo e a beleza estão na origem da Matemática. Se os matemáticos de todos os tempos passaram tão bem jogando e contemplando o jogo e a ciência, por que não aprender e comunicar através do jogo e da beleza?"(Guzmán)

Além dos atributos já citados, os jogos são também uma forma de linguagem usada para a transmissão das conquistas da sociedade em vários campos do conhecimento e, ao mesmo tempo, ao ensinarem o jogo, estão ensinando a própria vida; jogos são o espelho da cultura e da sociedade. Nas palavras de Huizinga, "o jogo autêntico é uma das principais bases da civilização." (1990, p. 18).

A importância que, segundo podemos constatar, é dada aos jogos matemáticos, nos levam a avançar sobre a necessidade de aprofundar os conhecimentos históricos mais completos e concretos sobre essa área do conhecimento em matemática tão fascinante e útil, para a compreensão de alguns fenômenos lógicos, institucionais e mesmo sociais. Consideramos, então, válido estudar mais a fundo os aspectos históricos dos jogos de estratégia, o que, acreditamos, poderá vir a ser valiosa contribuição para esse campo de estudos da História da Matemática.

Quem sabe seja essa ligação tão intrínseca entre a existência de uma sociedade e os jogos concernentes a ela, o que dificultem a realização de um apanhado histórico mais consistente? Não se pode deixar de reconhecer, porém, essa relação, pois a prática de determinados jogos, o que inclui alguns deles como sendo matemáticos, está tão arraigada na existência de determinados grupos sociais, que passa a ser uma característica particular daquele grupo, o que o diferencia, portanto consolida sua existência, dos demais.

Bibliografia

ABRIL VIDEO. Donald no país da matemágica (desenho). Walt Disney Productions - dur.27 min. 692-NTSC-VHS- P-10-004-03/93. The Walt Disney Company.

ALMEIDA, P.N. Dinâmica lúdica: técnicas e jogos pedagógicos para as escolas de 1°e 2° graus. São Paulo: Loyola, 1978.

BALL, Rouse. Mathematical Recreations & Essays. New York: Mac Millan, 1938.

BARCO, Luiz. A matemática não foi feita para chatear ninguém. In: Superinteressante, Seção dois mais dois, jun/91.

BACHET DE MERIZIAC, G. Problémes plaisant et délictables qui si font par les nombres. Paris: 1612.

BERLEKAMP, E.R., CONWAY, J.H. & GUY, R.K. Winning ways for your mathematical plays. London, Academic Press, 1982.

BOREL, E. Application des jeux de l'hasard. Paris: Gouthiersvilars,1938.

BORIN, Júlia. Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática. São Paulo: IME-USP, 1995 – Coleção CAEM, vol.6.

BOYER, Carl. História da Matemática. São Paulo: Edgar Klucher, 1968.

BOUSQUET, Martine Mauriras. Lo que incita a jugar y lo que incita a aprender. S. R.

CAILLOIS, Roger. Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem. Lisboa: Gradiva, 1990. Trad, de José Garcez

CHÂTEAU, Jean. O jogo e a criança. São Paulo: Summus, 1987. Trad. De G. de Almeida.

DAVIS, Philip S. & HERSH, Reuben. A experiência matemática. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985. Trad. De João Bosco Pitombeira.

DIENES, Z. P. Lógica e jogos lógicos. São Paulo: EPU, 1976.

EVES, Howard. Introdução à história da matemática. Campinas: Editora da UNICAMP, 1997.

FRARE, J. L. Eu detesto matemática. In: Nova Escola. Rio de Janeiro: vol. 5, p. 18, maio/90.

GARDNER, Martin. Aha! Apanhei-te! Lisboa: Gradiva, 1982.

GUZMAN, M de. Aventuras matemáticas. Barcelona: Labor, 1986.

HUIZINGA, Johan. Homo Ludens: o jogo como elemento de cultura. São Paulo: Perspectiva, 1990.

KAMII, C. & DeCLARK, G. Reinventando a aritmética: implicações na teoria de Piaget. Campinas: Papirus, 1992, 6ª ed.

KISHIMOTO, T. M. Piaget, Vygotsky e Brunner: paradigmas sobre o jogo. In: 17° Reunião, anual da Anped. Caxambu: 1994, 24 p.

LEIF, J. & BRUNELLE, L. O Jogo pelo jogo: a atividade lúdica na educação de crianças e adolescentes. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

LOVELL, Kurt. O desenvolvimento dos conceitos matemáticos e científicos na criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1966.

CARNEIRO, Maria Ângela Barbato. Juegos e recreationes para la ensenanza primaria y secundaria. Florianópolis: UFSC, 1994, mimeo

LOBATO, J. B. M. A aritmética da Emília. São Paulo: Brasiliense, 1967.

LUCAS, E. M. Recréations Mathématiques. Paris; Gauthier Villars, 1886, vol I-IV.

MEDEIROS, L. A. J. Introdução às funções complexas. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil LTDA, 1972.

MENEZES, Josinalva Estácio. A interação jogo matemático-aluno em ambientes extra classe. Dissertação de Mestrado. Recife: UFPE-CE, 1996.

OLDFIELD B. G. Games in learning of mathematics. In: Mathematics at school .art. 1-2-3-4-5. March/1991-Jan/1992.

OZANAM, Jacques. Récréations Mathématiques et Phisiques. Pariz: Chez Cl. Ant. Jombert, 1778, 8ª edição. Aumentada e revisada por Jean-Etienne Montucla

PERELMANN, J. Aprenda matemática brincando. Rio de Janeiro: Hemus, 1970. Tradução de Marina de Camargo.

PIAGET, J. A Teoria de Piaget. In: Carmichael. Manual de Psicologia da criança: desenvolvimento cognitivo I. São Paulo: EPU, 1977.

SANTOS, E. F. V. O efeito de uma técnica de jogo sobre o rendimento da aprendizagem em matemática superior. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 1978.

STRUIK, Dirk J. História concisa das matemáticas. Lisboa: Gradiva, 1989.

TAHAN, Malba Didática da matemática. São Paulo: Saraiva, 1962, vol. II.

TENNIEL, JOHN. The Complete Lewis Carrol. London: Wordsworth, 1997.

NEUMANN, V. & MORGENSTEIN, C. Theory of games and ecconomics behavior. Princeton Univ. Press. 1953.

VYGOTSKY. A formação social da mente. 1987.

Das Seqüências Geométricas Padronizadas ao Pensamento Algébrico

Leila Modanez
Orientador: Prof. Dr. Saddo Ag Almouloud
PUC-SP

Justificativa

Pesquisas feitas sobre o ensino-aprendizagem da Álgebra mostram as dificuldades que os alunos apresentam na aquisição dos conceitos algébricos.

Nas últimas décadas, debates acadêmicos se consolidaram em projetos pedagógicos e formas de atuação em sala de aula. A Educação Matemática vive hoje um momento de concretização, procurando atender às tendências e propostas pedagógicas atuais.

Por exemplo, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1998) a construção do conceito algébrico no terceiro ciclo do Ensino Fundamental (EF) deve-se à exploração de situações de aprendizagem por meio das quais o aluno possa reconhecer que a Álgebra permite generalizar operações aritméticas, traduzir e resolver situações-problema contidas em tabelas ou gráficos, identificar o significado das letras bem como construir estratégias de cálculo algébrico. Mas não há ainda propostas em ação que atinjam plenamente esse objetivo.

Já no ensino de Geometria a repercussão das propostas pedagógicas atuais é mais visível, devido à sua quase extinção do currículo durante o Movimento da Matemática Moderna – MMM (MIGUEL, FIORENTINI & MIORIM, 1992). O ensino da Álgebra ainda necessita de propostas que cheguem tanto ao aluno quanto ao professor, pois ainda se encontram resquícios daquela Álgebra tradicional muito valorizada durante o MMM.

A idéia de realizar um estudo das formas de introdução ao pensamento algébrico na criança surgiu em 1993, quando no Centro de Aperfeiçoamento de Ensino de Matemática – CAEM/USP participamos de um curso de álgebra elementar, em que trabalhamos com o desenvolvimento do pensamento algébrico no indivíduo a partir de seqüências geométricas padronizadas.

O curso despertou-nos para o interesse em aplicar a proposta em sala de aula com alunos da 6ª série do Ensino Fundamental (EF) de um colégio da rede particular do grande ABC (região metropolitana de São Paulo). O resultado foi surpreendente tanto que repercutiu na publicação, em 1994 pelo CAEM, do livro "Álgebra: das variáveis às equações e funções". A partir de então começamos a trabalhar a introdução ao pensamento algébrico com alunos da 6ª série seguindo essa proposta.

No entanto, em 2002 optamos por reestruturar a seqüência de atividades da proposta de 1994 e aplicá-la aos alunos da 6ª série de uma escola municipal da grande São Paulo abordando-a como tema de dissertação de mestrado, aprofundando os estudos, definindo os problemas, as hipóteses e a metodologia para validá-la.

Assim, essa pesquisa tem como objetivo fundamentar a proposta de 1994 à luz das teorias de aprendizagem e a partir daí analisar como se processa a apreensão do pensamento algébrico por alunos da 6ª série do EF, levantar obstáculos didáticos e epistemológicos e

verificar até que ponto o uso de seqüências padronizadas favorece a superação dos obstáculos.

Fizemos também um estudo de uma parte da transposição didática observando como se dá a transformação do objeto matemático em objeto de ensino.

Problema da pesquisa

O problema abordado por esta pesquisa objetiva verificar se a introdução ao pensamento algébrico por meio de seqüências padronizadas favorece a superação dos obstáculos didáticos e epistemológicos.

Como dissemos, o problema foi identificado a partir de uma aplicação da proposta de 1994 (SOUZA & DINIZ) e desenvolvido teoricamente por meio dos estudos de DUVAL (1993) e DOUADY (1992). No presente trabalho o problema é abordado por meio de uma reformulação da seqüência de 1994 com novas atividades que são aplicadas e estudadas.

Com base na nossa prática docente e estudos preliminares definimos a problemática e formulamos as hipóteses. Para nós, a introdução ao pensamento algébrico é a construção pelo aluno da idéia da Álgebra como uma linguagem para expressar regularidades.

Assim, a questão central do nosso trabalho é: "como produzir uma seqüência de ensino que proporcione ao aluno o desenvolvimento do pensamento algébrico?"

As hipóteses indicam que esse desenvolvimento pode ser atingido apresentando uma seqüência de ensino que:

1. Proponha situações que levem os alunos a construir noções algébricas pela observação de regularidades, e não somente manipulações de expressões meramente mecânicas;

2. Engaje os alunos em atividades que inter-relacionem as diferentes concepções de Álgebra;

3. Proponha situações em que os alunos possam investigar padrões tanto em sucessões numéricas como em representações geométricas identificando suas estruturas para que possam descrevê-los simbolicamente.

Referencial Teórico

As bibliografias de Raymond DUVAL sobre os registros de representação e semiótica e aprendizagem intelectual em que associa a semiótica com os aspectos da cognição e percepção, e de Régine DOUADY, sobre mudanças de quadros, muito nos ajudaram a enxergar os problemas e as hipóteses da pesquisa.

Segundo DOUADY, a mudança de quadro é um meio de obter formulações diferentes sobre um problema permitindo uma nova visão das dificuldades encontradas disponibilizando ferramentas e técnicas que não ficaram claras na primeira formulação.

Quanto ao registro de representação definido por DUVAL, é um sistema semiótico que possui as funções cognitivas fundamentais do funcionamento cognitivo consciente.

Assim, pensamos que na nossa pesquisa, uma mudança de quadro pode ser considerada como "natural", não constituindo uma dificuldade para o aluno, visto que foi pensada e sugerida pelo professor.

No entanto, a mudança de registro constitui às vezes uma dificuldade para a maioria dos alunos, dificuldade essa considerada importante para a aprendizagem, pois explica muitos dos erros observados nas investigações construídas.

Ao contrário da mudança de quadro, a mudança de registro é percebida também pelos aprendizes, pois dependem do funcionamento do pensamento cognitivo em jogo.

Assim, nosso referencial teórico está centrado nos estudos desses dois autores enfocando registros de representação e mudanças de quadro.

Metodologia

A pesquisa consta de três partes: a primeira se refere ao estudo preliminar, questionamento e problemática; a segunda se refere à experimentação e a terceira às conclusões.

Na primeira parte procuramos por um lado fazer um estudo histórico e epistemológico sobre a evolução do pensamento algébrico na história da matemática e, por outro lado, fazer um estudo sobre a seqüência didática explorando as mudanças de quadro definidas por DOUADY, bem como as formas de representação das atividades da seqüência procurando identificá-las com os registros de representação definidos por DUVAL, visando observar os aspectos da percepção, significação e contextos.

Foram analisados também nesse capítulo as propostas curriculares do Estado de São Paulo, os Parâmetros Curriculares (PCN), alguns livros didáticos e questões propostas em Exames Nacionais do Ensino Médio (ENEM). Estudamos também algumas pesquisas nessa direção destacando a de NEVES (1995), KIERAN (1992), MASON (1988) e SOUZA & DINIZ (1994).

Reestruturamos a seqüência proposta por SOUZA & DINIZ (1994) e fizemos a análise a priori de cada atividade da seqüência.

A segunda parte de nossa pesquisa consta da experimentação elaborada a partir de uma seqüência didática seguindo alguns princípios da engenharia didática. Para isso foram criadas oito fichas de atividades. As questões foram trabalhadas com uma turma de 6ª série composta por 30 alunos. Foram utilizadas para a experimentação 25 aulas de 50 minutos. Fizemos uma revisão da proposta de 1994 comparando-a com as propostas atuais. Apresentamos as novas propostas nas quais enfatizamos a participação do professor, o qual encaminha o trabalho com questionamentos direcionados que acompanham as atividades. Faremos a análise a posteriori em seguida.

A terceira parte do trabalho será dedicada às discussões gerais, ressaltando o papel do professor com relação aos questionamentos e o uso de alavanca-meta no decorrer das atividades. Além disso, discutiremos o valor da proposta de 1994 enquanto pioneira nessa área e também pelos desdobramentos que teve, nos quais se inclui este trabalho.

No final, para validar a pesquisa iremos confrontar seus resultados com as hipóteses e faremos algumas considerações sobre as possíveis conseqüências e desdobramentos necessários para a continuidade do trabalho.

A análise dos resultados será feita com base no quadro teórico de DOUADY que será usado para explicar a passagem da figura para a escrita do aluno enquanto que a mudança de registro de DUVAL será utilizada para interpretar as diferentes representações da lei de formação de uma seqüência a cada atividade.

Bibliografia

ALMOULOUD, Saddo Ag. Fundamentos da didática da matemática. São Paulo: PUC-SP, 2000.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Parâmetros curriculares nacionais. Brasília: SEF, 1998.

DOUADY, Régine. Rapport enseignement-aprentissage: dialectique outil-objet, jeux de cadre, lês cahiers de didactique n.3, IREM de Paris VII.

DUVAL, Raymond. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Anales de Didactique et de Sciences Cognitives, IREM de Strasbourg, vol.5, 1993.

KIERAN, Carolyn. The learning and teaching of school álgebra. Vol. 17 de Handbook of Research on Mathematics, Teaching and Learning-Ed. NCTM – MacMilan Publishing Co.-NY, USA, 1992.

MASON, J., GRAHAM, A., PIMM, D., GOWAR, N. Routes to / Roots of Álgebra. Great Britain: Ed. Thomson Ltd, East Kilbride, Scotland, 1988.

MIGUEL, A., FIORENTINI,D., MIORIM, M.A. Álgebra ou Geometria: para onde pende o pêndulo?. Pro-posições, vol.3, n. 17, São Paulo: UNICAMP-SP,1992.

NEVES, Paulo Sérgio de Oliveira. Um estudo sobre o significado, o ensino e aprendizagem da Álgebra. São Paulo: USP,1995.

SOUZA, Eliane Reamede; DINIZ, Maria Ignez de Souza Vieira. Álgebra: das variáveis às equações e funções. São Paulo: Cadernos do CAEM n.5, 1994.

Ensino da Derivada: Registros de Representação Livros Didáticos

Mestrando – Luiz Felipe Simões Godoy
Orientadora - Dra. Sonia B. Camargo Pontifícia Universidade de São Paulo – PUCSP

Tema

Análise de livros didáticos de Cálculo Diferencial e Integral, especificamente da noção de derivada, na perspectiva de diversidade de registros de representação dessa noção.

Justificativa

Admitindo que a diversidade de registros que representam um determinado conceito e a articulação deles é fundamental ao ato de aprender; que em conseqüência, atividades que envolvam os possíveis registros devem merecer atenção no processo de ensino e que os livros didáticos utilizados pelos professores podem interferir em sua prática docente, norteamos nossa investigação.

Problema de Pesquisa

Nossa pesquisa será de análise de livros didáticos para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral I e o conceito enfocado é o: derivada de uma função real definida num intervalo $]a,b[$ da reta real.

O conceito de derivada num ponto x genérico de um intervalo $]a,b[$ da reta real, pode colocar em jogo registros tais como: linguagem natural, expressões algébricas, representações gráficas, expressões numéricas , figuras geométricas, esquemas, ilustrações e tabelas. Todas essas representações inseridas nos diversos registros destacados por Duval em sua teoria.

Analisaremos as atividades dos livros em dois aspectos: uns relativos aos enunciados dos exercícios propostos e às soluções esperadas.

Referencial Teórico

O quadro teórico norteador das análises é o dos Registros de Representação de R. Duval.

Procedimentos metodológicos

No primeiro momento fixaremos os parâmetros para a definição da amostra dos livros a serem analisados. Procuraremos constituir uma amostra significativa dos livros mais utilizados atualmente em Universidades Públicas brasileiras. Essa é uma fase importante da pesquisa.

A seguir faremos uma classificação dos mesmos, segundo a perspectiva dos registros colocados em jogo nas atividades (enunciados, soluções). Por meio destes dados, procederemos a uma análise preliminar que proporcione, dentre os vários aspectos que afloram neste momento, os questionamentos específicos que buscaremos responder durante a realização deste trabalho, propiciando assim, fazer os ajustes necessários para o desenvolvimento do processo delimitando nosso problema de pesquisa.

Os exercícios e problemas analisados podem ser especificamente centrados sobre a noção de derivada (exemplos: cálculo de funções derivadas, estudo da derivabilidade de uma função num ponto); podem situar-se em seu ambiente direto, notadamente como aplicação (estudo das variações ou da convexidade de uma função, utilização de fórmula de Taylor); seja ainda em conexões mais distantes com a noção de derivada (exemplo: cálculo de primitivas, ou de limites pela regra de L´Hospital)

A elaboração das análises será realizada a partir de uma grade multidimensional constituindo-se de várias tabelas de dupla entrada, nos permitindo referenciar metodicamente as características marcantes dos diversos ambientes dos exercícios observados, através das informações qualitativas e quantitativos.

Tais análises serão apresentadas de forma comparativa quando procuraremos responder as indagações pertinentes ao problema de pesquisa proposto.

Bibliografia

DUVAL, R. curso da PUCSP, 1999

Praslon F. These de doutorat, Paris VII 2000 Continuités et ruptures dans la transition terminale S/Deug Sciences en analyse. Le cas de la notion de derivée et son environnement.

SILVA, B. A. e IGLIORI, S. B. C. Um estudo exploratório sobre o conceito de Derivada. Anais IV Encontro Paulista de Educação Matemática. PUC- SP, janeiro de 1996.

SOUZA JÚNIOR, A. J. Trabalho coletivo na Universidade: trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral. UNICAMP Campinas, SP 2000

A Concepção de Educação Matemática de Henri Lebesgue

Autora: Luzia aparecida Palaro
Orientadora: Sônia Barbosa Camargo Igliori
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Tema:

Concepção de Educação Matemática.

Justificativa

Problemas de medição, envolvendo conceitos de comprimento, área e volume, são muito antigos, mas também constituem a chave fundamental para a ciência moderna, lidando com técnicas sistemáticas de medidas de figuras irregulares. Surgidos na aurora das civilizações, há mais de 4000 anos, estes problemas acabaram dando origem, no século III a.C., à integral, que dentre outras aplicações se presta a determinar áreas e volumes de figuras curvilíneas.

Cerca de dois mil anos depois (no século XVII), com os problemas relacionados ao movimento mecânico e à construção de retas tangentes, surge a derivada. Até então, o cálculo de integrais era muito trabalhoso, envolvendo grande engenhosidade em cada caso particular, e que permitiam resultados apenas aproximados. No entanto, neste mesmo século, foi percebida a relação inversa entre a integração e a derivação, conhecida como Teorema Fundamental do Cálculo, que passou a permitir o cálculo não mais aproximado, mas sim exato de integrais.

É bem verdade que esta relação só foi, de fato, entendida e firmada com a criação e evolução do conceito de função. Assim, o conceito de função passou a assumir um papel de estaque dando origem à idéia de que toda a história do cálculo, e todos os problemas associados ao cálculo, tem como fundamento os problemas e resultados do desenvolvimento do conceito de função, e só quando esse conceito foi isolado de qualquer representação (Otte, 1991, p. 231), separam-se gradualmente as propriedades de continuidade e de integrabilidade.

Na busca dos fundamentos do cálculo, Cauchy, no século XIX, define a derivada como o limite de um quociente, e a integral como limite de um somatório. Mas, a teoria de integração de Cauchy permitia, de forma geral, integrar funções com apenas alguns pontos de descontinuidade.

Em meados do mesmo século Riemann apresenta sua teoria de integração (um refinamento da teoria de Cauchy), que permite a integração de funções com uma infinidade de pontos de descontinuidade. E ao levar em conta o fato de que a finitude do conjunto dos pontos de descontinuidade é uma condição suficiente, mas não necessária, para que a função seja integrável, e ao colocar a idéia de medição em primeiro lugar, inicia então, com Riemann, o enfraquecimento da ligação entre diferenciação e integração, isto porque a continuidade é sem dúvida indispensável para a diferenciação mas não tem nada a ver com a integração.

No final do século XIX, com a evolução da teoria das funções reais os matemáticos foram levados à descoberta de funções consideradas patológicas, por não possuírem derivadas. Com o estudo destas funções surgiram novos conceitos matemáticos, merecendo

destaque a teoria de integração de Henri Lebesgue (1875-1941), que com uma mudança de perspectiva enfraquece a condição de integrabilidade de Riemann.

Em linhas gerais, para definir a integral da função f no intervalo $[a,b]$, ao invés de dividir o domínio da função, Lebesgue divide o campo $\overline{f} - \underline{f}$ de variação da função em subintervalos $[y_{i-1}, y_i]$ e escolhe um ponto η_i tal que $y_{i-1} \leq \eta_i \leq y_i$. Determina então a medida $m(E_i)$ do conjunto E_i que é formado pelos pontos do eixo x para os quais o valor funcional de f seja aproximadamente η_i. Isto quer dizer que $E_i = f^{-1}\{[y_{i-1}, y_i]\}$. No caso de E_i ser apenas um intervalo, então $m(E_i)$ é o comprimento desse intervalo. Mas, se E_i for a soma finita ou enumerável de intervalos disjuntos, então $m(E_i)$ é a soma finita ou infinita dos comprimentos desses intervalos. E assim, a integral de Lebesgue é dada pela soma $S_n = \sum_{i=1}^{n} \eta_i \cdot m(E_i)$.

Agora, se uma função f é tal que $f^{-1}(I)$ é um conjunto mensurável para todo intervalo I, então f é uma função mensurável. Neste caso, define-se a integral de Lebesgue como sendo o limite da soma $S_n = \sum_{i=1}^{n} \eta_i \cdot m(E_i)$, quando a medida do maior subintervalo $[y_{i-1}, y_i]$ tender a zero.

Esta definição mostra que a integral depende de uma função de conjuntos e não de uma função de pontos. Assim, o essencial neste caso é explorar a natureza das funções $m(E)$ dos conjuntos E. E desta forma, a teoria de integração depende de uma teoria da medição, que foi desenvolvida por Borel e Lebesgue.

A teoria de integração de Lebesgue chegou a ser considerada uma obra prima, pois revolucionou a análise matemática e Lebesgue chegou a ser chamado de "Arquimedes do período de extensão" (Boyer, 1996, p. 430).

Além de grande matemático, Lebesgue também se preocupava com problemas pedagógicos, tanto que lecionou por um longo tempo em duas Écoles Normales Supérieures, na França, dedicando-se à preparação de jovens de ambos os sexos para a docência no segundo nível (que no nosso sistema corresponderia ao final do ensino fundamental e ao ensino médio).

Parte do programa de instrução, da época, era composto de lições relacionadas com o currículo secundário. Deste modo, Lebesgue teve a oportunidade de refletir sobre tais programas e de perceber os obstáculos que mais freqüentemente levavam os jovens professores a cometer erros. Também examinou livros textos e analisou as tendências no ensino desses livros e das informações neles contidas. E foi, com base na avaliação do ensino que desenvolveu, que teve a idéia de escrever composições literárias numa tendência pedagógica, filosófica e histórica.

Lebesgue não foi um especialista limitado. Foi um grande estudante, inovador, e professor. Muitos de seus trabalhos emergiram de observações simples, intuitivas e atentas do passado, mas muito profundas e que ninguém ainda havia pensado. Para ele, a observação e o estudo de trabalhos prévios foram, em parte, essencial para o desenvolvimento da pesquisa científica.

Por todas as suas realizações, Lebesgue não deve ser lembrado como um especialista limitado, nem como um inovador que abandonou a pesquisa para ensinar, pois o tempo todo ele foi um analista atento de idéias matemáticas e que valorizou e contribuiu também para a história dessas idéias bem como os métodos de educação matemática.

Por Lebesgue ter sido um matemático muito criativo e sempre preocupado com a formação de professores e assuntos didáticos, temos como objetivo apresentar um estudo sobre a Concepção de Educação Matemática de Henri Lebesgue e analisar se suas criações matemáticas foram influenciadas por suas idéias didáticas ou vice-versa. Neste contexto, julgamos o desenvolvimento deste anteprojeto relevante tanto para a epistemologia da matemática, quanto para a educação matemática.

Problema da Pesquisa

Pelas leituras já realizadas, fica claro, por exemplo, que Henri Lebesgue não quis abordar o conceito de número através das estruturas axiomáticas – que era uma tendência da época – e preferiu tratar o assunto num nível mais elementar (partindo do conceito de medição), pois a partir do conceito de medida, os números com representação decimal tornam-se mais relacionados à realidade. Desta forma, "parece" mostrar que a matemática mais avançada tem a ver com a matemática mais elementar, ou seja, que a Teoria da Medida apresentada por ele tem a ver com a preocupação e a forma como preferiu apresentar os números na representação decimal. Diante destas e outras observações, surgem alguns questionamentos: Como foi o programa de aritmetização da matemática que Lebesgue desenvolveu? Será que este programa funciona, em comparação com o desenvolvimento axiomático? Em que contexto histórico se deu o desenvolvimento da Teoria da Medida e Integral de Lebesgue e como ele as abordou? O que Lebesgue pregava em suas palestras destinadas aos professores de matemática da França, na primeira metade do século passado? Em que linha filosófica Lebesgue melhor se situa? Será que existe ligação entre suas idéias didáticas e suas criações matemáticas? Em caso afirmativo, em que sentido isto ocorre? Em resumo: qual foi a Concepção de Educação Matemática de Henri Lebesgue e como suas criações matemáticas "foram" influenciadas por suas idéias didáticas ou vice-versa?

Referencial Teórico

Este trabalho encontra-se em fase inicial de desenvolvimento e o referencial teórico ainda não está definido, estamos fazendo estudos e análises em busca da escolha do mesmo.

Metodologia

Com base nos objetivos a que nos propomos, desenvolveremos uma pesquisa bibliográfica priorizando num primeiro momento as técnicas de: resumos, resenhas críticas e por fim, análises interpretativas das obras selecionadas para estudo.

Entendemos que num primeiro momento, todas as obras pré-selecionadas, deverão ser lidas, resumidas e/ou passar por uma resenha crítica. Pois, é através do resumo que se extraia as idéias de um texto mantendo-se, no entanto, fiel às idéias do autor. E a resenha crítica permite apresentar o conteúdo de uma obra, que consiste no resumo, na crítica e na formulação de um conceito de valor do livro que esta sendo estudado, e tem por finalidade informar de maneira objetiva o assunto tratado no livro, evidenciando a contribuição do autor no que se refere a novas abordagens, novos conhecimentos, novas teorias. No entanto, na resenha crítica não é dado ao resenhista o direito de julgar o pensamento do autor, mas apenas faz uma síntese da obra.

Estas duas técnicas possibilitarão uma primeira avaliação dos textos examinados, no sentido de identificar quais realmente poderão contribuir para a continuidade do trabalho de pesquisa.

As obras selecionadas para a continuidade da pesquisa, passarão por uma análise interpretativa, que como o próprio nome sugere, permite que o pesquisador tome uma posição própria a respeito das idéias enunciadas, podendo assim ultrapassar a estrita mensagem do texto. Significa ler nas entrelinhas, explorando toda a produção de idéias expostas. Com esta técnica o pesquisador é levado a dialogar com o autor.

Acreditamos que com esta pesquisa bibliográfica, será possível atingir cada um dos objetivos específicos a que nos propomos, no intuito de compreender a Concepção de Educação Matemática de Henri Lebesgue, e analisar se suas criações matemáticas foram influenciadas por suas idéias didáticas ou vice-versa.

Bibliografia

ALVES, Rubem. Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras. São Paulo, Brasiliense, 1981.

BARTLE, Robert G.. The Elements of Integration and Lebesgue Measure. New York, John Wiley, 1966.

BOYER, Carl Benjamin. História da matemática. Tradução de Elza F. Gomide. São Paulo, Edgard Blücher, 1974.

CARAÇA, Bento Jesus. Conceitos fundamentais da matemática. Lisboa, _____, 1975.

CARAÇA, Bento Jesus. Lições de álgebra e análise. Vol. 1. 3ª edição. Lisboa, Tipografia Matemática, 1956.

DANTZIG, Tobias. Número: a linguagem da ciência. Tradução de Sergio Goes de Paula. Rio de Janeiro, Zahar, 1970.

DELACHET, André. A análise matemática. Tradução de Gita K. Ghinzberg. São Paulo, Difusão Européia do Livro, 1967.

EVES, Howard. Introdução à história da matemática. Tradução de Hygino H. Domingues. Campinas, SP, Editora da UNICAMP, 1995.

FERNANDEZ, Pedro Jesus. Medida e integração. Rio de Janeiro, Instituto de Matemática Pura e Aplicada, CNPq, 1976.

FERREIRA, J. Campos. Introdução à análise matemática. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1985.

GATICA, Juan A.. Introduccion a la Integral de Lebesgue en la Recta. Washington, The General Secretariat of the Organization of American States, 1977.

HAWKINS, Thomas. Lebesgue's Theory of Integration: its Origins and Development. Madson and London, The University of Wisconsin Press, 1970.

KÖCHE, José Carlos. Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e prática da pesquisa. Petrópolis, RJ, Vozes, 1997.

KOLMOGOROV, A. N., FORMIN, S. V.. Elementos de la Teoria de Funciones y del Analisis Funcional. Tradução de Carlos Veja. Moscou, Mir, 1975.

LEBESGUE, Henri. Measure and the Integral. San Francisco, Holden-day, 1966.

LEBESGUE, Henri. Leçons sur les Constructions Géométriques. Paris, Gauthier-Villars, 1950.

LEBESGUE, Henri. Notices D'histoire des Mathématiques. _____, 1958.

MANNO, Ambrogio Giocomo. A filosofia da matemática. Tradução de Armindo José Rodrigues. Lisboa, EDIÇÕES 70, _____.

MEDEIROS, L. A., MELLO, E. A. de. A integral de Lebesgue. Rio de Janeiro, Instituto de Matemática/UFRJ, 1989.

OTTE, Michael. O formal o social e o subjetivo: uma introdução à filosofia e à didática da Matemática. Tradução de Raul Fernando Neto et al. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista, 1993.

MILIES, César Polcino, COELHO, Sônia Pitta. Números uma introdução à matemática. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1997.

RUDIN, Walter. Princípios da análise matemática. Tradução de Eliana Rocha Henriques de Brito. Rio de Janeiro, Livros Técnicos, 1971.

RUSSELL, Bertrand. Introdução à filosofia matemática. Tradução de Giasone Rebuá. Rio de Janeiro, ZAHAR, 1981.

SANTAELLA, Lúcia. A teoria dos signos: semiose e autogeração. São Paulo, Ática, 1995.

SANTAELLA, Lúcia. O que é semiótica. _____, Brasiliense, _____

SANTOS, Antonio Raimundo dos. Metodologia científica: a construção do conhecimento. Rio de Janeiro, DP&A editora, 1990.

VIEIRA, Sonia. Como escrever uma tese. São Paulo, Pioneira, 1998.

Uma Oficina Para Formação de Professores com Enfoque em Quadriláteros

Mestranda: Marcia Maioli
Orientador: Dr. Saddo ag Almouloud
PUC/SP

Introdução

Apresentamos a seguir um resumo da nossa dissertação de mestrado, em fase de conclusão, cujo tema é formação de professores. Nosso objetivo é contribuir para a formação de professores, tanto na aquisição de conteúdos, quanto no aprimoramento de conhecimentos didáticos que os auxiliem na elaboração de estratégias adequadas para seu trabalho com geometria em sala de aula. Tal objetivo está relacionado com os objetivos do projeto de pesquisa intitulado "Estudo de Fenômenos de Ensino-Aprendizagem de Noções Geométricas Pelos Alunos de 5ª à 8ª Séries do Ensino Fundamental", financiado pela FAPESP, que está sendo desenvolvido na PUC-SP sob a coordenação do Dr. Saddo Ag Almouloud.

Nosso interesse pelo assunto tem origem em experiências que tivemos como docente de cursos para capacitação de professores na região norte do Paraná. Os professores que participavam destes cursos explicitavam muitas dificuldades na maneira de apresentar os conteúdos aos alunos.

Para o desenvolvimento da pesquisa realizamos um estudo sobre o que dizem os pesquisadores em Educação e Educação Matemática na área de formação de professor. Depois, procuramos por pesquisas sobre ensino e aprendizagem de geometria.

Muitos dos pesquisadores consultados (LORENZATO, 1995; ALMOULOUD, 2000; PEREZ, 1995; CARRASCOSA, 1996) concordam que o conhecimento do conteúdo a ser trabalhado é importante. No entanto, além do conteúdo, é necessário que o professor detenha outros conhecimentos. PERRENOUD (1999), descreve uma série de competências que considera prioritárias na formação do professor. Dentre elas, duas nos chamam especialmente a atenção: organizar e coordenar situações de aprendizagem; e estabelecer vínculos com as teorias subjacentes às atividades de aprendizagem. A primeira pelo fato de sempre ouvirmos professores questionando como trabalhar de uma forma mais adequada, a segunda, pelo pouco contato que existe entre pesquisa e professores do ensino fundamental e médio. (LINS, 2000; ANDRE e LUDKE,1986)

Nossa pesquisa, gira em torno da questão: como trabalhar com formação de professores de forma a contribuir com a aquisição de conteúdos em geometria, proporcionando ao professor, conhecimentos didáticos inerentes a estes conteúdos?

Por conhecimentos didáticos, estamos entendendo conhecimentos necessários para o desempenho de competências como as citadas acima.

Nossa primeira hipótese é que o desenvolvimento de uma oficina cujas atividades iniciam explorando aspectos visuais da geometria e seguem explorando aspectos mais teóricos, de forma que os participantes trabalhem em grupo, discutindo com os companheiros, cometendo e consertando eventuais erros, criando estratégias, levantando e comprovando

conjecturas, trabalhando sempre com mais de um registro, proporcionará o aprimoramento de conceitos relativos a geometria.

Uma discussão com os participantes, sobre o referencial teórico que embasa a concepção da oficina proporcionará reflexões sobre a forma de trabalho em sala de aula. Essa é nossa segunda hipótese.

Também estamos supondo que uma discussão a respeito pesquisas sobre o modo de organizar situações de aprendizagem e a importância dos registros de representação no processo ensino/aprendizagem da matemática, despertará no professor o interesse por outras pesquisa.

Fundamentação teórica

BROUSSEAU, em suas pesquisas sobre situações didáticas, estuda fatos que devem ser considerados ao se apresentar um conteúdo aos alunos.

O autor define situação didática como "um conjunto de relações estabelecidas explicitamente e ou implicitamente entre um aluno ou um grupo de alunos, num certo meio, compreendendo eventualmente instrumentos e objetos, e um sistema educativo (o professor) com a finalidade de possibilitar a estes alunos um saber constituído ou em vias de constituição".(Apud ALMOULOUD, 1997, p. 65).

Para o autor, o professor não deve simplesmente comunicar conhecimentos, mas organizar situações que propiciem a devolução de um problema, que seria a atividade por meio da qual o professor procura comunicar um problema ao aluno, para que esse problema se converta em seu problema, de forma que o aluno se sinta o responsável por sua resolução e aceite o desafio de resolvê-lo.

Uma parte essencial da situação didática é a situação adidática que representa os momentos do processo de aprendizagem nos quais o aluno trabalha de forma independente. A situação adidática se caracteriza pelos seguintes fatos:

-o problema matemático é escolhido de modo que possa fazer o aluno agir, falar, refletir, evoluir por sua iniciativa própria.

-o professor recusa intervir como aquele que propõe os conhecimentos que ele gostaria de provocar.

-o problema é escolhido para fazer adquirir pelo aluno novos conhecimentos inteiramente justificados pela lógica interna da situação e que ele pode construir sem apelo as razões didáticas. (ALMOULOUD, 1997, p. 66)

Para analisar o processo da aprendizagem, a teoria das situações observa e decompõe esse processo em quatro fases diferentes: de ação, de formulação, de validação e de institucionalização.

Raymond DUVAI tem pesquisado o uso das representações no ensino da matemática. Os objetos de estudo em matemática: conceitos, propriedades, relações, estruturas, ... , não são diretamente perceptíveis aos sentidos humanos. Recorremos então, a notações simbólicas, códigos, tabelas, gráficos, esquemas, escritas, como representantes para estes objetos. DUVAL salienta que a distinção entre um objeto matemático e sua

representação é um ponto estratégico para a compreensão matemática. A confusão entre objeto e representação, é quase inevitável, pois, a apreensão dos objetos matemáticos é conceitual, mas, é somente por meio de representações semióticas que uma atividade sobre estes objetos é possível.

Para DUVAL (1993) representações semióticas "são produções constituídas pelo emprego de signos pertencentes a um sistema de representações que têm suas dificuldades próprias de significado e funcionamento." (p.39)

As representações gráficas são representações semióticas, da mesma forma que as figuras geométricas, a escrita ou a linguagem. O representante visível obedece a leis de organização que lhe são próprias, assim, as possibilidades de efetuar tratamentos sobre os objetos matemáticos dependem do sistema de representação semiótica utilizado. As representações semióticas têm "dois aspectos: a forma (ou o representante) e o conteúdo (ou o representado). A forma muda de acordo com o Sistema semiótico usado: há assim, vários registros possíveis de representação para um mesmo objeto, cada um correspondendo a um tipo diferente de tratamento cognitivo." (ALMOULOUD, 1997,p.16)

DUVAL chama de "semiósis a apreensão ou produção de uma representação semiótica e noésis a apreensão conceitual de um objeto." O autor afirma que não há noésis sem semiósis e o recurso a diversos registros é uma condição necessária para que os objetos matemáticos não sejam confundidos com suas representações.

DUVAL (1995, p.173) salienta que a atividade matemática exigida em geometria, faz uso de dois registros: o das figuras e o da língua natural. No entanto, não se trata de simplesmente executar uma troca de registro como em outras situações da matemática, em que os tratamentos são efetuados somente em um dos registros. A atividade cognitiva pedida em geometria exige mais. Os tratamentos efetuados separada e alternadamente em cada um dos registros não são mais suficientes: é necessário que os tratamentos figurais e discursivos sejam efetuados simultaneamente e de forma interativa.

Procedimentos metodológicos

Preparamos uma oficina composta por onze atividades selecionadas de forma a permitir que o participante vivencie as fases de ação, formulação, validação e institucionalização propostas por BROUSSEAU nas quais procuramos trabalhar com registros diferentes conforme propõe DUVAL.

Selecionamos o tópico quadriláteros, por se tratar de um assunto que permite explorar situações que envolvam utilização de vários registros de representação, levantamentos de conjeturas, demonstrações, teoremas, reciprocidade de teoremas...

Encaminhamos às escolas públicas de nossa cidade - Cianorte/Pr - um documento convidando professores interessados em participar de uma pesquisa referente à geometria. Dez professores do ensino fundamental e médio se propuseram a participar da pesquisa.

A oficina foi desenvolvida em onze sessões de 3 horas cada uma, que foram gravadas em fitas de vídeo.

As atividades foram desenvolvidas da seguinte forma: em todo encontro, formávamos uma equipe com os professores presentes mais a pesquisadora, as atividades propostas eram

distribuídas e discutidas. Ao final das discussões de cada assunto, a pesquisadora realizava a institucionalização. Também conversávamos sobre os diferentes registros de representação utilizados em geometria.

No último encontro, discutimos particularmente, as fases de ação, formulação, validação e institucionalização propostas por Brousseau.

A discussão sobre a fundamentação teórica considerada na seleção e organização das atividades da oficina, visa provocar reflexões sobre o estabelecimento de vínculos com teorias subjacentes às atividades de aprendizagem.

Considerações finais

Pudemos constatar que a forma como desenvolvemos nossa oficina, proporcionou ao professor participante, momentos de reflexão sobre alguns pontos de dificuldades em geometria. Citamos alguns exemplos:

- Para garantir se uma figura representa ou não um objeto geométrico, deve-se compara-lo à definição que está sendo considerada para o objeto: um paralelogramo pode ser um trapézio ou não, dependendo da definição de trapézio.

- As diagonais de um polígono nem sempre são internas. Ouvimos dos professores: "... a idéia que temos, é que diagonal é dentro!"

- A classificação do conjunto dos quadriláteros em subconjuntos, depende dos critérios adotados.

- Existe diferença entre dizer que um quadrilátero tem um par de lados paralelos e que tem exatamente um par de lados paralelos.

- A base de um trapézio não precisa ser paralela ao plano horizontal. Ouvimos: "A gente tem idéia de base, o apoio em baixo, sempre na horizontal. Acho que a gente toma a nossa base que é o chão!"

- Existem notações que são utilizadas para diferentes significados. Ouvimos de uma professora: "Mas isso muda? Pensei que fosse padrão!".

- Não podemos generalizar fatos observados apenas experimentalmente: a atividade 5 solicita a construção de um quadrilátero com um par de lados paralelos, a professora SA desenhou um retângulo e, a princípio, concordou que poderia afirmar que o desenho solicitado representaria um paralelogramo, já que o seu desenho era um retângulo. Ao verificar o desenho dos outros professores, concluiu que estava equivocada. Em outra situação, atividade 6, levantaram uma conjectura sobre uma propriedade do trapézio, através da medição de seus ângulos e não sentiram necessidade de demonstra-la, alegando que construíram trapézios diferentes e "valeu para todos os que fizemos, então vale para todo trapézio." Nas atividades que se seguiram, já não se falava em generalizações sem a devida demonstração.

- O recíproco de um teorema pode não ser verdadeiro. Notamos que no primeiro contato com teorema recíproco, um professor estranhou o fato de uma das atividades solicitar a verificação da veracidade do recíproco, indagando: "Pode não ser?". Nas atividades seguintes já procuravam caminhos para constatar se o recíproco do teorema estudado era verdadeiro.

Com relação à demonstração, constatamos que os professores avançaram, visto que na primeira atividade com demonstrações, não conseguiam utilizar a ferramenta sugerida (paralelas cortadas por uma transversal) e nas últimas já conseguiam explicitar o caminho da demonstração. No entanto, a oficina não deu conta de desenvolver conhecimentos a ponto do professor escrever sozinho uma demonstração completa.

Mesmo assim, acreditamos que nossa primeira hipótese foi validada. Ou seja, a oficina proporcionou ao professor participante, o aprimoramento de conceitos relativos a quadriláteros.

Observamos que os professores deste grupo não têm apresentado aos alunos atividades que lhe permitam vivenciar todas as fases propostas por BROUSSEAU. Vejamos alguns momentos que nos revelam esse fato. Durante uma discussão, ouvimos:

- "Já pensou se na sala de aula os alunos gerassem essa discussão?".

- "Aqui tem uma grande vantagem: está todo mundo quietinho, concentrado..."

- "Um dos problemas da sala de aula, é que a gente despeja muita coisa de uma vez só."

- "E rápido! Senão eles ficam dispersos, então a gente vai soltando outra coisa... eles não param para analisar."

- "E a gente não deixa parar também né! Se parar, a sala cai!"

No último encontro da oficina, depois que discutimos as fases propostas por BROUSSEAU, ouvimos:

- "Eu concordo que às vezes, a gente faz muita coisa errada ..."

- "Mas não é por querer! A gente não tem consciência do que está fazendo! A gente faz uma transferência: eu sei assim, vou ensinar assim ... e não deixa o aluno crescer!"

- "Eu nunca pensei em deixar o aluno desenhar! Eu sempre desenhei! A gente não passa por aqui (apontou a fase de ação), nem por aqui (formulação), muito menos por aqui (validação)! Vamos direto aqui!" (institucionalização)

Nossa segunda hipótese, era que a discussão do referencial teórico provocaria no grupo, reflexões sobre sua forma de trabalhar em sala de aula. Os comentários acima citados, nos revelam que a reflexão aconteceu, se aconteceram mudanças na forma de trabalhar, é uma questão para outra investigação.

Nossa pesquisa está em andamento e nossas conclusões ainda não foram finalizadas.

Bibliografia

ALMOULOUD, Saddo Ag. Fundamentos da didática da matemática e metodologia de pesquisa. CEMA (Caderno de educação matemática), v. III. São Paulo: PUC, 1997.

ALMOULOUD, Saddo Ag; MELLO, Elizabbeth Gervazoni Silva de. Iniciação à demonstração aprendendo conceitos geométricos. 23ª reunião da ANPED. Internet. 2000

ANDRÉ, Marli e LÜDKE, Menga. Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

BARBOSA, João Lucas Marques. Geometria euclidiana plana. Rio de Janeiro: SBM, 1985.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodoes de la didactique des mathématiques. Recherches en didactique de mathématiques. Paris, v.7, n.2, p.33-115, 1986.

_____ . Os diferentes papéis do professor. In: PARRA, Cecíclia; SAIZ, Irma (Org.). Didática da matemática reflexões pedagógicas. Porto Alegre: ARTES MÉDICAS, 1996. p. 48-72.

CARRASCOSA, Jaime. Análise da formação continuada e permanente dos professores de ciências ibero-americanos. In: MENEZES, Luis Carlos de (Org). Formação continuada de professores de Ciências no âmbito ibero-americano. Trad. SCHIMIDT, Inês P. e SALÉM, Sonia. Campinas: Autores Associados; São Paulo: NUPES, 1996.

DUVAL, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la penssé.Annales de Didactique et de Sciences Cognitives.5 (1993)(p.37-65) IREM de Strasbourg.

_____. Sémiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels. Paris: Peter Lang , 1995.

LINS, Rômulo. Caminhos da educação matemática no Brasil. Encontro brasileiro de estudantes de pós-graduação em educação matemática (4.:2000:Rio Claro,SP). Anais. Rio Claro: UNESP, 2000.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? Educação em Revista , Rio de Janeiro, n. 4, p. 4 –13, 1995.

MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais – Matemática – 5ª a 8ª séries. Brasília: 1998.

PEREZ, Geraldo. A realidade sobre o ensino de geometria no 1° e 2° graus, no estado de São Paulo. Educação Matemática em Revista , SBEM , n. 4, p. 54 –62, 1995.

PERRENOUD, Philippe. Formar professores em contextos sociais em mudança. Prática reflexiva e participação crítica. Revista Brasileira de Educação n. 12, p.5 –21, set/out/nov/dez. 1999.

TINOCO, Lúcia A. A. Geometria Euclidiana por meio da resolução de problemas. Rio de Janeiro: IM/ UFRJ, 1999.

Um Estudo Sobre Hipóteses de Alunos da 8ª Série do Ensino Fundamental Relativas aos Comprimentos de Segmentos Existentes em Figuras Resultantes de um Procedimento de Divisão de Segmentos

Autora: Márcia Stochi
Orientadora:Maria Cristina de A. Maranhão
Pontifícia Universidade Católica -SP

Introdução :

Através de nossa prática docente, pudemos observar que alunos do ensino fundamental (5ª à 8ª séries) utilizavam a conservação de comprimento não só em situações onde ela ocorria, mas também estendiam-na para situações nas quais não há conservação. Em particular, isso se evidenciava, ao ensinar a divisão de um segmento de reta em partes iguais, por um procedimento baseado no Teorema de Thales.

A pesquisa de Maranhão (1996), detecta esse tipo de utilização indevida de conservação de comprimento, em uma atividade de demarcação de pontos numa reta CD, a partir de pontos já demarcados numa reta AB, em que se requeria a obtenção de segmentos de mesmo comprimento, com alunos da 5ª série do ensino fundamental. É importante citar que as retas AB e CD estavam representadas em folhas de papel distintas. Em tal atividade, os alunos usaram procedimentos diversos, entre eles o transporte de segmentos pela superposição das retas e a projeção ortogonal de pontos, sendo que havia os que utilizavam a conservação de comprimento na projeção ortogonal de pontos tanto quando posicionavam as retas paralelamente, como quando o posicionamento resultava em retas não paralelas. A pesquisadora indicou necessidade de pesquisas sobre os fatores que levariam os alunos a tais hipóteses, deixando em aberto a análise sobre eles. Entre fatores ligados às condições da situação, (condição de precisão no problema proposto), e fatores didáticos como os ligados à instrução prévia dos alunos sobre projeção ortogonal de pontos, destacamos que:

a) Consideramos que em alguns dos posicionamentos e, os alunos poderiam não ter percebido o não paralelismo, o que seria um aspecto ligado à percepção, à discriminação visual.

b) Em nenhum dos posicionamentos havia um ponto de intersecção visível entre as retas e, neste caso, os alunos poderiam ter considerado que as retas eram paralelas pela ausência do ponto de intersecção visível, o que não se restringiria a um aspecto visual, mas estaria ligado também à conceituação.

Com o objetivo de aprofundar aquela pesquisa, o presente estudo pretende focalizar esses dois fatores, referentes à visualização de figuras.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) , propõem o ensino sobre divisão de segmentos em partes proporcionais no terceiro ciclo do ensino fundamental (7ª e 8ª séries), sugerindo também que os alunos realizem verificações experimentais desse procedimento.

Neste quadro, interessa verificar no presente estudo , entre alunos de 8ª série que já receberam instrução sobre o Teorema de Thales, quando visualizam figuras resultantes de um

procedimento de divisão de segmentos de reta em partes iguais, ou proporcionais (baseado nesse teorema):

a) Formulam hipóteses sobre a conservação dos comprimentos existentes?

b). Se formulam hipóteses, quais justificativas utilizam para valida-las ??

b $_1$) Apelam a medidas ?

b $_2$) Apelam a propriedades ?

.

Referencial teórico :

Duval (1995), dedica parte de seu estudo, sobre o papel dos registros de representação semiótica na aprendizagem de Matemática, às figuras geométricas . Baseamos no trabalho desse autor a escolha de figuras resultantes de um procedimento de divisão de segmentos, a serem visualizadas pelos alunos.

Segundo o autor a primeira consideração a se fazer é que a figura deve ter um contraste sobre um suporte material homogêneo (folha de papel em branco, tela limpa...), de modo que ela se destaque no campo perceptivo. Esse contraste é considerado por ele como o primeiro elemento de toda representação visual, formando um sinal visível. Assim, nossas figuras estão cada uma em uma folha em branco, e não contém nenhuma anotação.

Duval indica também que devemos analisar a priori as figuras quanto as diversas variações visuais possíveis, que podem ser reagrupadas em dois grandes tipos :

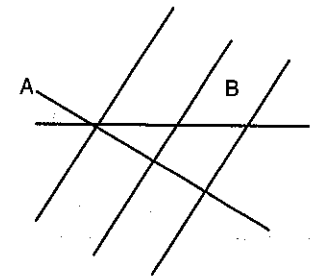
As variações do tipo dimensional: 0 (o ponto), 1 (linha) e 2 (região).

As variações do tipo qualitativo: variações de tamanho, variações de forma, linha reta ou linha curva, contorno aberto ou fechado, variação de posição, e etc.

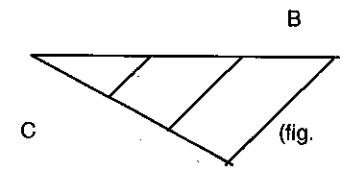
No conjunto de todas as variações possíveis, cada uma delas é considerada por esse autor uma unidade visual.

Escolhemos algumas das variações que consideramos pertinentes às nossas questões de pesquisa. Destacamos que o controle sistemático dessas variáveis é essencial para esse pesquisador.

Quanto à dimensão, nossas figuras poderiam ser de dois diferentes tipos, como mostramos a seguir nas figuras 1 e 2.



(fig.1)



(fig. 2)

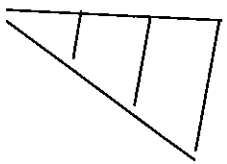
Na figura 1, as representações das unidades de dimensão 1 (as retas paralelas e as transversais) se sobrepõe às das unidades de dimensão 2 (triângulos ou trapézios) . Já, na figura 2, quando apenas segmentos das retas paralelas são visíveis , as unidades de dimensão 2 (triângulos e trapézios) é que se sobrepõe, de acordo com a lei gelstáltica de continuidade. Segundo Duval, esta lei determina que um contorno simples e fechado, se destaca como formando um todo. Assim as figuras bidimensionais (triângulos e trapézios) sobressaem-se perceptivamente em relação às de dimensões menores .

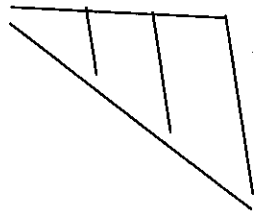
Segundo o autor, no registro figural, há uma predominância perceptiva das unidades de dimensão 2 sobre as de dimensão inferior (0 e 1). Porém, no discurso em linguagem natural, em que são definidos os objetos representantes da figura, há uma predominância em discursar sobre os objetos de dimensão 1 ou 0. Para exemplificarmos essa afirmação tomemos a figura 2: em uma analise perceptiva, os triângulos e trapézios existentes nessa figura se destacam, mas em uma situação de descrição em linguagem natural (escrita ou oral), os objetos destacados seriam as retas paralelas e as concorrentes que são suporte dos segmentos visíveis na figura, os pontos de intersecção. Assim, oferecendo aos alunos figuras do tipo 2 e nos referindo apenas a segmentos e não a pontos de intersecção ou a retas suporte dos mesmos, poderíamos obter dados tanto para uma análise sobre a percepção das unidades figurais de dimensão 2, quanto para uma análise discursiva, sobre as unidades de dimensões 1 e 0. Duval afirma que, este deslocamento entre dimensões constitui a complexidade da atividade geométrica, e é ele que determina a passagem decisiva para sua aprendizagem. Dadas as questões que pretendemos investigar, utilizaremos apenas figuras em que as unidades de dimensão 2 se sobrepõem às de dimensão 1 ou 0 (como a fig.2), para questionamento dos alunos.

As figuras a serem apresentadas aos alunos são resultantes de um procedimento de divisão. Numa tarefa de divisão de um segmento, parte-se de um segmento que aqui chamamos principal, aquele que se propôs dividir, e utiliza-se um outro segmento, que aqui chamamos de auxiliar, aquele usado para auxiliar a divisão.

Escolhemos as seguintes variações visuais qualitativas pertinentes, segundo nosso referencial teórico e nossas questões de pesquisa:

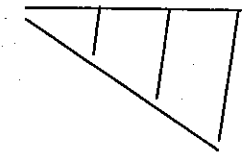
Variações de tamanho: a) dos segmentos principal e auxiliar: A figura resultante nessa primeira parte do procedimento, considerando-se os segmentos principal e auxiliar, eles podem ter comprimento próximos, como 50 mm e 60 mm ou comprimentos perceptivamente diferentes como 50 mm e 75 mm.

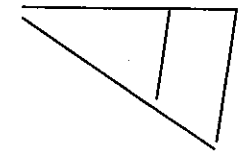




b) dos segmentos formados pela divisão : Uma tarefa de divisão de um segmento pode requerer uma divisão em partes iguais ou em partes proporcionais. Apesar de requererem

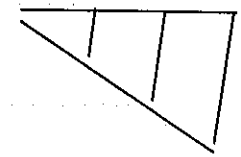
procedimentos muito similares e com base no mesmo teorema, as figuras resultantes dessas tarefas diferem nas relações entre os comprimentos de um mesmo segmento.

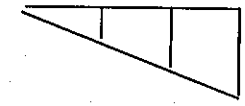




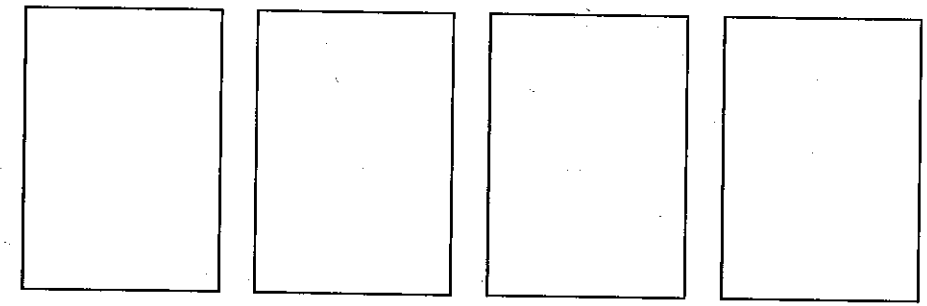
A figura resultante, ao final do procedimento carrega essas características, o que as diferencia e pode interferir nas relações estabelecidas pelos alunos entre os comprimentos dos segmentos em jogo.

Variações de forma: considerando a posição relativa entre as retas suportes dos segmentos principal e auxiliar : elas podem ser concorrentes, com o ponto de concorrência visível ou não, ou ainda, podem ser paralelas .Variações de posição: Considerando a posição das transversais utilizadas para a divisão em relação à reta suporte do segmento principal : podem ser perpendiculares ou não.





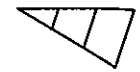
Enfim, utilizando as variações acima citadas, constituímos um grupo de 12 figuras que serão oferecidas uma a uma aos alunos para perseguirmos as respostas às nossas indagações. Cada figura será acompanhada de questões, sempre as mesmas, que estarão em folhas separadas, conforme o exemplo.



Observe a figura. O que você visualiza?

Analise-a estabelecendo relações entre seus elementos.

Em seguida, indique os segmentos que têm o mesmo comprimento e os que não têm o mesmo comprimento,. justificando sua resposta.



Metodologia :

Realizaremos entrevistas clínicas com alunos de 8ª série do Ensino Fundamental, que já receberam instrução sobre o Teorema de Thales, mas não receberão instrução sobre a divisão de segmentos em partes iguais ou proporcionais , de uma escola particular situada em São Paulo, Capital. A escolha da escola deu-se pelo seguinte motivo: as aulas de matemática são ministradas através de "fichas", elaboradas pela professora e pela coordenadora pedagógica. Os alunos lêem e executam as tarefas das fichas, solicitando o auxílio da professora quando necessário à compreensão da tarefa proposta. Esse procedimento é similar às entrevistas que realizaremos com esses alunos. Os 10 alunos que totalizam a turma, serão divididos em 5 duplas, observadas uma a uma pela pesquisadora e pela professora. As sessões serão anotadas, gravadas e filmadas. Não há limite de tempo para que as duplas terminem as questões. Devido nossa questão pretender diagnosticar os conhecimentos utilizados pelos alunos, para justificar suas hipóteses sobre a comparação dos comprimentos dos segmentos presentes nas figuras oferecidas, aplicaremos nossa pesquisa da seguinte maneira:

- Primeiramente, aplicaremos diagnóstico, individualmente, aos alunos da 8ª. série do ensino fundamental, contendo questões sobre o Teorema de Thales, porque tem o potencial de nos auxiliar nas análises posteriores.

Em outras sessões, os alunos realizarão a análise das figuras, em duas fases. Numa primeira fase deverão responder as questões individualmente em folhas separadas e em silêncio. Essa fase visa à análise das unidades visuais que cada aluno mobiliza, assim como dos conhecimentos que utiliza nas justificativas. Uma comunicação entre os alunos do par nessa fase poderia prejudicar a análise perceptiva. A formação de duplas visa propiciar debates a fim de aprofundar a detecção dos conhecimentos utilizados. Poderemos analisar também os conhecimentos mobilizados quando argumentam. Para que os debates se estabeleçam, será proposto que cada dupla discuta as respostas individuais, fornecendo, então, resposta única, de comum acordo, às questões propostas. Devem usar outra cor para escrever essa resposta do par, quando houver modificação da resposta individual.

Para a realização da tarefa, os alunos terão os seguintes materiais disponíveis: canetas coloridas, régua graduada, jogo de esquadros não graduados, transferidor e compasso. Esperamos assim, fornecer todo material que os estudantes possam utilizar para validarem suas resposta.

Bibliografia :

PIAGET, J. e INHELDER, B. A representação do espaço da criança. Porto Alegre, Artes Médicas, 1993.

MARANHÃO, M. C. S. A. Uma Engenharia Didática para aprendizagem de Concepções de Tempo. São Paulo , Pontifícia Universidade Católica , 1996.

DUVAL, RAYMOND. Semiósis et pensée humaine .Berne, Peter Lang 1995

Formação Continuada de Professores de Matemática: Buscando Caminhos

MODESTO, Marco Antonio
Orientador: Prof. Dr. Antonio Vicente Marafioti Garnica
Faculdade de Ciências, UNESP/Bauru

Quando se fala sobre formação de professores, para GARCIA (1998), dois sentidos vêm à cena: um de formação inicial (considerando tanto a formação inicial em nível de Ensino Médio, quanto à de Ensino Superior), e um segundo sentido, o de formação continuada, que se dá no cotidiano da prática pedagógica e em cursos específicos.

Já para FELDENS (1984), percebida como um contínuo e permanente processo no desenvolvimento do ensino, a formação dos professores é uma das preocupações básicas dos vários setores responsáveis pela educação e, assim, essa formação deve ser um elemento necessário e importantíssimo em qualquer tipo de "melhoria" que se pretenda propor ao ensino.

Historicamente, a idéia de formação de professores vem sofrendo mudanças ao decorrer dos anos, decorrentes da evolução no modo de produção de conhecimento e pela crescente rapidez na divulgação desses conhecimentos, com o avanço da tecnologia nos meios de comunicação.

O que tínhamos, há tempos, atrás era a seguinte situação: ao receber um diploma, o professor era considerado apto a "ensinar", até o fim de sua carreira profissional, o que havia "recebido" de sua formação inicial. Esse modelo, porém, foi revelando-se como insuficiente, tendo sido identificada a necessidade de uma "formação em serviço" como alternativa para dinamizar o exercício profissional dos docentes em seu próprio contexto de trabalho (a escola como um todo) resgatando conhecimentos de sua vivência profissional.

Concebe-se, atualmente, que a formação inicial sozinha não dá conta de toda a tarefa de formar os professores, sendo necessário, cada vez mais, o investimento na idéia da "formação permanente".

Para NÓVOA (1991), a década de 70 ficou marcada pelo signo da formação inicial, a década de 80 pelo signo da profissionalização em serviço e a década de 90 pelo signo da formação contínua de professores. Para este autor, portanto, a formação especializada e a formação contínua constituem as preocupações essenciais da década atual.

Segundo BARBIERI et alii (1995), uma retrospectiva histórica mostra que a referência à formação continuada tem sido feita usando-se diferentes terminologias. Educação permanente, cursos de reciclagem, de treinamento, de atualização e capacitação docentes são algumas das mais utilizadas.

A formulação destes conceitos tem início com a adoção da idéia de reciclagem, comumente usada na década de 80. Esta concepção, nos dias de hoje, vem sendo rejeitada pois está associada à idéia de processos de "modificação técnica" de objetos ou materiais. Também o termo "treinamento" foi superado, visto que o mesmo se relaciona à capacidade de realizar tarefas, referindo-se, portanto, a automatismos e não a manifestações da inteligência. A mesma lógica aplica-se à idéia de aperfeiçoamento, que traz subjacente a pretensão de tornar perfeito, concluir definitivamente um processo sem falhas. Mesmo sendo adotada com

freqüência, também a expressão "capacitação" passou a ser questionada, por implicar convencimento, persuasão e doutrinação. No fundo, essas concepções e as ações a elas vinculadas, assim entendidas, trazem implícita a existência de um modelo ideal e concluído de educação, de professor, de ações educativas e de formadores, coisa que não se acredita existir.

Contrapondo-se a estas concepções, surge a idéia de educação permanente, que entende a educação como processo que se prolonga por toda a vida.

CELANI (1988) concorda com essas afirmações. Em seus trabalhos, os termos reciclagem e treinamento sugerem uma certa preocupação com um produto, enquanto seria desejável uma forma de educação continuada, um processo, portanto, que dê ao professor o apoio necessário para que ele mesmo se forme á medida em que caminha em sua tarefa de educador.

A formação precisa ser concebida como processo de desenvolvimento que tem seu início no momento da escolha da profissão, e que vai percorrendo os cursos de formação inicial e se prolonga por todos os momentos de exercício profissional ao longo da carreira, incluindo as oportunidades de novos cursos, projetos, programas de formação continuada.

A formação do professor, neste sentido, tem raízes tanto na educação básica e fundamental, na condição de alunos que foram, passa pela classe social da qual se originaram, vai tomando corpo e rumo através dos cursos de formação inicial que lhe conferem o "diploma de professor" e vai prosseguindo ao longo do tempo, no exercício diário da profissão, reconstruindo-se, aí, de forma privilegiada, desde que haja condições de reflexão, diálogo, estudo.

Esse processo pode ser compreendido como um continuum centrado na pessoa do professor que, ao longo de sua trajetória profissional, constrói e reconstrói seus saberes, suas convicções, sua competência, firma e reafirma compromissos, nas relações que vive nas situações de trabalho, de estudo e de convivência cidadã.

Para KRAMER (1989) há que se ter em vista que a formação do professor em serviço é feita na escola e a ela devem estar voltadas as demais instâncias, a fim de que se fortaleçam os professores em termos teórico-práticos, possibilitando-lhes uma reflexão constante sobre sua atuação e os problemas enfrentados, além de uma instrumentalização naqueles conhecimentos imprescindíveis ao redimensionamento da sua prática.

Acreditando na necessidade de uma formação ao longo da vida, vista como formação contínua ou continuada, este nosso trabalho de pesquisa tem como objetivo central a preocupação em abranger questões relacionadas a esta "formação contínua" dos professores de Matemática.

Para isto nesta pesquisa, coletamos depoimentos de dez professores de Matemática da Rede Pública Estadual e Municipal das cidades de Agudos, Bauru, Jaú, Lençóis Paulista e Macatuba, para que, pela análise desses depoimentos, pudéssemos compreender as motivações, ações e reflexões desses professores de Matemática quando em situações de formação em serviço (participações em Cursos de Formação Continuada, Seminários, Workshops etc). Em nossa investigação, a escolha do professor como enfoque principal não foi casual, pois acreditamos, assim como CUNHA (1989), que fazer essa escolha é aceitar a existência social da escola e de sua função institucional, isto é, o objetivo é estudar o professor na escola, situado e condicionado pelas suas circunstâncias histórico- sociais.

E hoje, mais do que nunca, estes profissionais da educação – o mestre, o professor, o educador, o organizador, o trabalhador – vivem um grande paradoxo: nunca se precisou tanto deles para orientar e desenvolver ações relacionadas a uma série de questões da atualidade – sexualidade, prevenção às drogas, consciência ecológica, educação para o trânsito, ética, cidadania – e "nunca se deu tão pouco a eles", tanto do ponto de vista da formação, quanto da remuneração e das condições de trabalho.

Foi tentando seguir as tendências atuais de metodologia da pesquisa na Área de Ciências Humanas e Sociais, na qual os estudos de Educação estão situados, e pela própria natureza dessa nossa investigação, que optamos pela utilização de uma metodologia qualitativa de pesquisa.

Por ter cunho qualitativo, não se pretende a descoberta de leis estáticas e definitivas, mas, sim, a compreensão, explanação, especificação ou interpretação de fenômeno social, com base nas perspectivas dos atores por meio da participação em suas vidas (TAYLOR & BOGDAN, 1984).

Acreditamos que o estudo qualitativo nos auxiliará a compreender as perspectivas sob as quais cada sujeito vê o problema focado pela pesquisa para, a partir disso, formar/aprofundar compreensões e planejar intervenções.

Inicialmente fizemos um levantamento nas Escolas da Rede Pública Estadual do contexto onde atuamos - o que inclui as cidades de Agudos, Bauru, Jaú, Lençóis Paulista e Macatuba - de todos os professores da disciplina Matemática.

O contato com os depoentes foi planejado em dois momentos. No primeiro deles utilizamos questionários como instrumento para a coleta de informações gerais junto a professores de Matemática, sendo nossa intenção, com isso, selecionar, dentre os professores de Matemática em exercício, aqueles que seriam nossos depoentes. Num segundo momento, onde já haviam sido selecionados os professores que teríamos como depoentes, recolhemos deles as descrições, usando para isso entrevistas semi-estruturadas.

O primeiro levantamento, realizado a partir de um questionário, possibilitou-nos escolher professores cujas características eram aquelas exigidas pela pesquisa, ou seja, dentre todos os professores que responderam ao questionário - cerca de quarenta -, nossa atenção ficou voltada para aqueles que estavam ou que já haviam participado de algum curso de formação continuada.

Esse questionário foi constituído especificamente de questões fechadas. Já a entrevista (segunda parte da pesquisa) continha um roteiro que, embora pré-estabelecido, era mais amplo e aberto. As entrevistas ocorreram basicamente nos próprios locais de trabalho dos professores, procedendo-se ao registro dos dados à medida em que foram ocorrendo.

A partir do material recolhido, partimos para a organização dessas informações, constituindo, pela atribuição de significados, nossos dados de pesquisa. Inicialmente, procedeu-se à transcrição dos depoimentos gravados. Destacamos, desse momento de transcrição, nosso cuidado para que os dados não fossem interpretados ou significativamente alterados pelos pesquisadores, mas tão somente transcritos, embora deva ser ressaltado que o processo interpretativo, em si, começa a ocorrer no momento mesmo em que os sujeitos, já selecionados, iniciam seus depoimentos.

À medida em que as entrevistas iam sendo realizadas e transcritas, foram sendo feitas paralelamente exaustivas leituras das mesmas. Nossa única pretensão com isto foi a de

familiarização com os textos, longos discursos que exigiam releituras. Nesta fase, também, tentamos suspender ao máximo interpretações ou explicações – quaisquer análises prévias – pois nosso objetivo era tão somente adquirir mais contato com aquilo que os entrevistados diziam.

Já tínhamos, então, proveniente do estudo bibliográfico que fomos realizando paralelamente à coleta das descrições, uma idéia mais ou menos clara das possíveis direções teóricas do estudo e partimos então para trabalhar o material acumulado, buscando destacar os principais achados da pesquisa.

Nossa perplexidade – que guia a pesquisa e se explicita na pergunta diretriz da investigação – partiu de nossas vivências, e não de nossa revisão bibliográfica. Por outro lado, a dinâmica de realização de trabalhos de dissertação como o nosso não desprestigia – nem deve desprestigiar – as compreensões que outros pesquisadores, mesmo que em outros contextos e com outros sujeitos, tiveram da mesma questão e que tornaram públicas para o livre exame. Como, então, privilegiar as descrições que recolhemos dos sujeitos e, ao mesmo tempo, não negligenciar as informações disponíveis na literatura?

É interessante notar que o acúmulo de experiências analisadas e disponíveis em publicações trata da "formação continuada" sob várias perspectivas e sempre é uma fonte de compreensão para qualquer pesquisador. Os sujeitos da pesquisa, porém, não necessariamente conhecendo essas fontes, têm sua experiência sobre esse "algo" do qual trata a bibliografia. Torna-se uma questão de opção, portanto, analisar a posição dos depoentes, já em princípio, à luz da bibliografia disponível ou, de modo alternativo, negligenciar temporariamente essas informações bibliográficas e estudar tão somente as descrições, com a intenção de conhecer a experiência do depoente, analisando suas percepções sobre o objeto, compreendendo suas motivações e perspectivas. Essa segunda opção – a que aqui pretendemos seguir, já que nossa pesquisa nasceu de nossa experiência, similar a dos professores entrevistados, e não da coleta de referenciais bibliográficos – realça a importância e significado das percepções em estado nascente, do modo como elas foram experienciadas e relatadas. Nossa análise, portanto, será desenvolvida a partir dessa nuança: compreender o que o professor que vivencia a experiência da formação continuada efetivamente vivencia sob sua perspectiva e não sob a luz das propostas e indicações da bibliografia. Assim, nossa trajetória de análise foca essa percepção da formação continuada a partir dos olhos dos depoentes: quais suas motivações, quais suas resistências, como ultrapassá-las, quais sugestões, quais perspectivas, quais concepções implícitas e explícitas. Nossa intenção é compreender uma gama de percepções de sujeitos que, como nós, vivenciaram experiências de formação continuada: eis o motivo de, propositadamente, negligenciarmos, num primeiro momento, as referências da literatura.

Obviamente há, nisso, dois fatores a serem considerados. Esses fatores explicitam-se ora como resistência, ora como dificuldade. O primeiro deles refere-se a como "desvencilhar-se de compreensões" que foram se formando, no pesquisador, que tomava contato com essa bibliografia ao mesmo tempo em que recolhia os depoimentos que pretendia analisar em sua subjetividade. O segundo fator refere-se ao quando, então, considerar essas referências já disponíveis, posto que não referenciá-las seria ou falso – pois compreensões foram formadas a partir do estudo bibliográfico e, tendo sido formadas, passam a fazer parte do referencial existencial do pesquisador – e, até mesmo, artificial ou anti-ético, posto que as idéias não surgem de um único modo num único momento nem são "propriedades" de um portador. Ou seja, já que as compreensões surgem num emaranhado de situações, como referenciá-las sem

"contaminar", com elas, as percepções primeiras daqueles depoentes, percepções estas que pretendíamos ressaltar?

Nossa trajetória de análise, enfrentando esses fatores, ouviu as sugestões da banca de qualificação e optou por alterar radicalmente a trama metodológica que, até então, vínhamos desenvolvendo: estaríamos concentrados nas percepções sobre formação continuada como dadas nas subjetividades dos depoentes. Formaríamos nossas compreensões a partir dessas percepções, que se manifestam nos depoimentos. Feito isso, elaboraríamos essas nossas compreensões, tornadas intersubjetivas já quando as descrições foram coletadas, à luz da bibliografia consultada.

Um primeiro termo vindo da Fenomenologia, a epoché, nos auxiliaria a entender alguns passos que julgamos essenciais. A epoché – suspensão – é um momento no qual se colocam em evidência, em suspenso, elementos vitais ao nosso processo de compreensão: uma manifestação da epoché dá-se quando, no cenário educativo, que se compõe de inúmeras situações e questões, optamos por focar a formação continuada. Colocamos em epoché, nesse trabalho, dentre todos os elementos, situações, questões etc do mundo da Educação, a formação continuada, e é a ela que nosso olhar vai direcionar-se, em primeira instância. Um outro momento, muito próximo à epoché, é o que nos ocorreu quando, ao nos defrontarmos com os depoimentos, tentamos analisá-los no que eles nos mostrava, "negligenciando propositalmente" os referenciais bibliográficos: tentamos partir das descrições, elas próprias, sem contaminá-las com nossos pressupostos teóricos. Esse, também, é um momento de suspensão de referenciais e, portanto, um "tipo" de epoché. Na Fenomenologia, esses dois momentos – a epoché primeiramente descrita e a suspensão dos referenciais teóricos – são chamados "reduções fenomenológicas".

Partindo da coleta das descrições sobre as experiências em formação continuada de dez professores em efetivo exercício, passamos a nos familiarizar com essas descrições, lendo-as repetidamente. A partir desta familiarização foi possível identificar em cada um dos depoimentos, momentos que acreditamos terem significado expressivo para nossa questão de pesquisa. Com isso, de cada um dos dez depoimentos foram extraídos trechos, períodos destacados em cada entrevista, marcas do discurso, as quais denominamos unidades de significados, que nada mais são do que recortes julgados significativos pelo pesquisador, dentre os vários pontos aos quais a descrição pode levá-lo. Para que unidades significativas possam ser recortadas, o pesquisador lê os depoimentos à luz de sua interrogação, por meio da qual pretende ver o fenômeno, que é olhado de uma dentre as várias perspectivas possíveis (GARNICA, 1997).

Selecionar, de cada depoimento, unidades de significado, indica a intenção de penetrar no discurso do depoente para que o pesquisador possa, a partir dessa imersão no discurso do outro, atribuir seus próprios significados a partir dos significados que o outro tentou comunicar. Estamos, portanto, numa fase particular da investigação, fase de uma análise que se dirige a cada um dos depoentes, fase em que desejamos compreender as percepções manifestadas em cada uma das descrições. Nessa fase, com os recortes das unidades de significado que o pesquisador interpreta, é possível reconstituir cada depoimento, agora na linguagem do pesquisador.

Sendo essa a disposição geral, em nosso trabalho seguimos o seguinte procedimento até o presente momento: coleta de depoimentos; transcrição dos depoimentos; familiarização com os depoimentos; recortes de unidades de significado; separação de cada uma das

unidades de significado, buscando, em cada uma delas, termos ou expressões que julgamos mais significativos para adentrar no significado que o depoente pretendeu comunicar; selecionadas essas frases ou palavras, destacamos cada uma delas numa lista de "elementos constitutivos" para, dentre outras possibilidades, perceber aspectos mais realçados pelo depoente, ou características mais presentes (ou ausentes) em sua fala etc; indicamos as percepções que conseguimos na fase anterior, agora em nossa própria forma de expor, num momento que chamamos de "sistematização de convergências" que nos permitiu re-fazer cada um dos depoimentos, intensificando as luzes nos elementos que, desses depoimentos, julgamos mais significativos.

Esses momentos indicados anteriormente constituem uma fase da análise a que os fenomenólogos chamam "ideográfica". Ela diz respeito às singularidades de cada depoimento e é, portanto, uma análise de particularidades.

Nosso trabalho de pesquisa, neste momento, se encontra numa fase a que os fenomenólogos chamam de "análise nomotética", ou seja, a partir de cada depoimento, estamos passando a considerar o conjunto dos depoimentos, num jogo entre unidades de significado provenientes de diferentes descrições, procurando convergências e divergências entre os depoimentos de todos os professores envolvidos, para a busca de categorias.

Após ter sido encerrada a análise nomotética, nossa intenção é seguir um diálogo de nossas compreensões com a bibliografia consultada que encerra nossa análise e o trabalho em questão.

Bibliografia

ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Em busca de uma nova formação de professores. Ciência & Educação. Bauru: Faculdade de Ciências, UNESP, n. 3, p. 60-72, 1996.

ALVES, Mariano. A Formação contínua dos professores. Revista Portuguesa de Pedagogia. Portugal, v. 25, n. 2, 1991.

AZANHA, José Mário Pires. Educação: temas polêmicos. São Paulo: Martins Fontes, 1995.

BARBIERI, Marisa Ramos, CARVALHO, Célia P., UHLE, Águeda B. Formação Continuada dos Profissionais de Ensino: algumas considerações. Cadernos CEDES, Educação Continuada, São Paulo, (36), p. 29-35, 1995.

BARILLI, Elomar C. V. C. Formação continuada de professores – Por quê? Como? E pra quê? Revista Tecnologia Educacional (ABT), v. 26, n. 143, p. 43-46, out./nov./dez. 1998.

BORGES, Abel Silva. Análise da formação continuada dos professores da rede pública de ensino do estado de São Paulo. In: MARIN, Alda J. (org.). Educação continuada: reflexões, alternativas. Campinas: Papirus, p. 39-61, 2000. (Coleção Magistério: formação e trabalho pedagógico)

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Referenciais para formação de professores. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Fundamental, 1999.

CANDAU, Vera Maria. Formação continuada de professores: tendências atuais. In: REALI, Aline Maria M. M., MIZUKAMI, Maria da Graça (orgs.). Formação de professores – Tendências atuais. São Carlos: EDUFSCAR, 1996.

CELANI, Maria Antonieta Alba. A educação continuada do professor. Revista Ciência & Cultura, n. 40 (2), p. 158-163, fev. 1988.

CUNHA, Maria Isabel da. O bom professor e sua prática. Campinas: Papirus, 1989. (Coleção: Magistério: formação e trabalho pedagógico)

D'AMBROSIO, Beatriz S. Formação de professores de Matemática para o Século XXI: o grande desafio. Pró-Posições, v. 4, n. 1 (10), p. 35-41, mar. 1993.

FELDENS, Maria das Graças Furtado. Educação de professores: tendências, questões e prioridades. Revista Tecnologia Educacional (ABT), n. 61, p. 16-26, 1984.

GARCIA, Regina Leite (org.). A formação da professora alfabetizadora: reflexões sobre a prática. São Paulo, 1998 (mimeo.).

GARNICA, Antonio Vicente M. Algumas notas sobre pesquisa qualitativa e Fenomenologia. Interface – Comunicação, saúde, educação. Botucatu: Núcleo de Comunicação da Fundação UNI, v. 1, n. 1, p. 109-122, ago. 1997.

IMBERNÓN, Francisco. Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2001. (Coleção Questões da nossa época, v. 77)

KRAMER, Sônia. Melhoria da qualidade do ensino: o desafio da formação de professores em serviço. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, n. 70 (165), p. 189-207, maio/ago. 1989.

LÜDKE, Menga, ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MARIN, Alda Junqueira. Educação continuada: introdução a uma análise de termos e concepções. Cadernos CEDES, Educação Continuada, São Paulo, n. 36, p. 13-20, 1995.

NÓVOA, António. Concepções e práticas de formação contínua de professores. In: Formação contínua de professores: realidades e perspectivas. Aveiro: Universidade de Aveiro, p. 15-38, 1991.

PASSOS, Laurizete Ferragut. A colaboração professor-pesquisador no processo de formação em serviço dos professores da Escola Básica. São Paulo, USP, 1997. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo, 1997.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. Formação de professores de Matemática. Temas & Debates. São Paulo, ano VIII, n. 7, jul. 1995.

TAYLOR, S. J. & BOGDAN, R. Qualitative research methods: the search for meanings. New York: John Wiley, 1984.

Resumo

Formação Continuada de Professores de Matemática:

Buscando Caminhos

O trabalho de dissertação de Marco Antonio Modesto, desenvolvido sob minha orientação no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência – Área de Concentração Ensino de Ciências da Faculdade de Ciências da UNESP, Câmpus de Bauru, busca compreender aspectos da "formação continuada" (uma dentre as várias denominações que, não sem polêmica, são dadas às atividades que o professor realiza depois de seu curso de graduação, este último conhecido como "formação inicial") de professores de Matemática, a partir do estudo de depoimentos nos quais docentes efetivamente atuantes no magistério público relatam suas experiências. Tendo entrevistado dez professores de diferentes cidades da região de Bauru (SP), optamos por desenvolver uma análise de natureza qualitativa, cujos parâmetros estão radicados na Fenomenologia. Cada um dos depoimentos é, assim, inicialmente analisado em suas particularidades para, depois, num momento de diálogo entre depoimentos, serem extraídas, dos discursos dos professores, categorias cuja intenção é sintetizar compreensões sobre as vivências com a formação em serviço. Num momento posterior a essas duas análises, o pesquisador tratará de cotejar elementos surgidos nessa trama interpretativa com aqueles presentes na literatura atual sobre formação de professores de Matemática. Ressalte-se, porém, em Educação Matemática, a quase inexistência de trabalhos publicados sobre o tema, o que nos levou a ter como literatura básica textos vinculados à área da Educação e, portanto, a um contexto mais amplo que aquele específico da formação de professores de Matemática. O trabalho foi submetido a exame de qualificação em junho de 2002 e, atualmente, o pesquisador termina as análises "gerais", para depois examinar suas categorias à luz da bibliografia disponível.

Prof. Dr Antonio Vicente Marafioti Garnica

Professores e Alunos Construindo Saberes e Significados em um Projeto de Estatística para a 6ª Série: Estudo de duas Experiências em Escolas Pública e Particular

Mestranda: Maria Auxiliadora Bueno Andrade Megid
Orientadora: Dra. Dione Lucchesi de Carvalho
Instituição de Origem: Faculdade de Educação – UNICAMP

Este trabalho investiga os saberes discentes e docentes produzidos "em ação" nas aulas de matemática de duas classes de 6ª série do Ensino Fundamental - uma de escola pública e a outra de escola privada - em torno do tema Ensino de Estatística.

O trabalho de campo proporcionou aos alunos a possibilidade de desenvolver uma pesquisa de opinião e uma de caráter exploratório cujos temas, questões e as variáveis foram definidas pelos próprios alunos.

O objetivo fundamental deste estudo é contribuir com a Educação no Ensino Fundamental, numa perspectiva de, por um lado, propiciar a formação do aluno enquanto leitor e transformador da realidade em que vive, de construtor de seus saberes na interação com seus pares e com a professora e, por outro, destacar a importância da construção/formação constante do saber profissional e pedagógico do professor que se produz na interação com os alunos, no ato de dar voz a eles e de auxilia- los na produção de seus saberes.

A análise das informações produzidas será numa abordagem sociocultural, estudando a negociação de sentidos e a produção de significados num ambiente cultural que é a sala de aula.

Desenvolvimento do trabalho:

Inicialmente foi feito um levantamento de como o tema Estatística era abordado em livros didáticos e paradidáticos do Ensino Fundamental, de maneira mais específica nos volumes de 6ª série.

De maneira geral, as colções de livros didáticos e paradidáticos comentam o surgimento desta linguagem e enfatizam sua importância atual. Ainda, apontam diversas opções de sua utilização. Penso que, pelo limites que a elaboração de um livro oferece, os assuntos, suas discussões, seus gráficos e tabelas já vêm prontos, ou seja, o autor escolhe o tema e suas representações.

Ainda no levantamento bibliográfico do tema, percebeu-se uma quantidade muito pequena de dissertações e teses sobre o Ensino de Estatística na Educação Fundamental.

O trabalho foi pensado a partir de um processo de investigação dos conhecimentos prévios dos alunos acerca de Estatística.

Toda a pesquisa de campo realizada nos ambientes escolares – um da rede pública estadual e outro da rede privada – se constituiu num processo de negociação e construção de significados. Destacou-se, primeiramente a importância ou não do tema, significado das palavras Estatística, mídia, e outras que estavam presentes nas atividades, verificação do que

os alunos pensam por Estatística e se percebiam como é elaborada uma pesquisa estatística. Também foi solicitada a eleição de um assunto sobre o qual os alunos da turma gostariam de saber a opinião de outras pessoas, surgindo assim um tema para a elaboração de uma Pesquisa Estatística.

Foram ainda utilizados gráficos e tabelas veiculados pela mídia, onde se procurou destacar as maneiras de interpretar estas formas de informação. Havia também a intenção de observar as dificuldades que os gráficos e tabelas oferecem para a sua interpretação, as sutilezas que trazem e se os alunos as percebiam ou se sentiam inquietados com estas informações.

Numa segunda fase, já tendo os alunos alcançado alguma familiaridade com o tema, com as tabelas e gráficos convencionalmente divulgados, foi solicitada a formulação de uma pesquisa estatística pelos alunos de cada turma.

Num terceiro momento, após realizadas as pesquisas com um público definido pelos alunos em negociação com a classe e a professora, partiu-se para a organização dos dados, para que fosse possível tirar algumas conclusões com os dados obtidos. Foi necessário estabelecer com os alunos a melhor maneira de realizar esta tarefa.

Partindo das indicações dos alunos os dados coletados foram organizados em tabelas. O modelo destas foi construído pelos alunos com auxílio da professora. Para a confecção de gráficos foram utilizados os dados coletados, também de acordo com os modelos que se apresentaram na negociação com os alunos.

Promoveu-se a discussão das tabelas e gráficos, dos dados que neles constam, suas particularidades, seus números mais relevantes ou o que chamou a atenção dos alunos, de uma forma geral.

Por fim, verificou-se se é possível generalizar os resultados obtidos de forma a caracterizar a comunidade envolvida, segundo algum critério, dependendo do assunto pesquisado.

Para a divulgação da pesquisa realizada pelas turmas, de seus resultados e de suas possíveis contribuições à comunidade entrevistada, foram eleitas quais seriam as melhores maneiras: se por painéis, textos, mensagens publicadas, entre outras.

A conduta da professora, no caso a pesquisadora, nas duas turmas, foi sempre a de auxiliar na negociação das idéias entre os participantes; na busca da compreensão dos procedimentos de pesquisa; a de ajudá-los a verbalizar o que pensam; a representar matematicamente e estatisticamente suas idéias para os outros. A intenção era a de que tudo isto contribuísse para o desenvolvimento do raciocínio, a flexibilidade do pensamento matemático e estatístico, o desenvolvimento da linguagem matemática e estatística e, ainda, o aprimoramento dos aspectos sociais do cidadão.

Como a pesquisa foi elaborada em duas classes de 6a série e cada qual deveria seguir segundo seus interesses, todas as atividades eram específicas de acordo com os temas escolhidos por cada turma.

Durante o percurso deste trabalho, uma das mais importantes idéias a destacar é a de que somente um professor sensibilizado para as situações do mundo, fazendo a releitura do mesmo quotidianamente, pode auxiliar o aluno a fazer sua própria leitura. Ou seja, o novo

conhecimento não se dá por meio do professor, das estratégias, dos recursos didáticos ou dos alunos, mas pela interação deles.

Dar importância aos conhecimentos dos alunos, proporcionar a discussão entre eles, em pequenos grupos, articular a discussão no grupo grande, produzindo novos conhecimentos, é uma das maiores possibilidades de aprendizagem tanto dos alunos quanto do professor. Os alunos, segundo suas próprias colocações, gostam de participar dizendo das coisas que sabem ou produzem, ao invés de tão somente ouvir as explicações prévias e realizar exercícios.

Outro aspecto que se faz necessário destacar, é o da necessidade que o professor tem de aprender a ler a escrita dos alunos e a escrever/relatar as reflexões "em ação e sobre a ação" pedagógica, reinventando constantemente sua didática, construindo, juntamente com os alunos, uma matemática compreensível e útil à vida.

A metodologia utilizada teve por base a negociação de idéias; a busca da compreensão dos procedimentos de interpretação dos dados; a verbalização do que se pensa e da representação das idéias para os outros. Isto tudo contribui para o desenvolvimento do raciocínio, a flexibilidade do pensamento e o desenvolvimento da linguagem estatística.

Um aspecto importante ao qual se deve estar atento nos encontros com os alunos, é o de mais que ouvir os diferentes alunos, suas opiniões, é preciso ter cuidado para entender e atender as suas sugestões. Ao montar os questionários para a pesquisa estatística, a tentação era grande de interferir sempre. Não considero a neutralidade possível; porém, interferir demais atrapalha os avanços dos alunos. Seria mais fácil determinar de antemão as perguntas. Talvez o professor tenha uma visão do que será melhor perguntar, como ficará mais fácil de contar as respostas e até mesmo do que ele julga ser melhor pesquisar.

No entanto, perdem-se as propostas iniciais feitas aos alunos e, muito provavelmente, isto vai inibi-los quanto à participarem num momento seguinte, pois percebem que suas sugestões não são aceitas.

Isto não significa que o professor deva deixar tudo por conta dos alunos. Nem uma coisa nem a outra. É preciso utilizar o que eles propõem, estando atento para sugerir os avanços, enriquecer o vocabulário, melhorar a forma de se expressar. Mas tudo sempre valorizando as idéias iniciais dos alunos, destacando as boas construções que eles também fazem, estimulando o próprio grupo a ampliar o que foi colocado por algum de seus integrantes.

Outro destaque importante é o de estimular que todos os componentes do grupo estejam participando. O professor pode estimular isto ao dialogar com as turmas, evidenciando as colaborações de cada um. Há vezes em que alguns alunos não participam por vergonha ou por pressentir não ser importante o que vai falar, em suma, que pode não ser valorizado. Ele deverá ser estimulado a contribuir com o grupo e a presença do professor poderá ser importante, destacando os avanços que todos são capazes de produzir.

Dar importância aos conhecimentos dos alunos, proporcionar a discussão entre eles, em pequenos grupos, articular a discussão no grupo grande, produzindo novos conhecimentos, é uma grande aprendizagem. Aprender, sobretudo, que os alunos gostam de participar dizendo das coisas que sabem ou produzem, ao invés de tão somente ouvir as explicações prévias e realizar exercícios. (Megid, 2001).

Finalizando, para que todas estas características num processo pedagógico aconteçam, recorro a Gauthier (1988):

o ensino – e o professor – precisa sempre de retórica: não basta que o seu discurso seja verdadeiro para ser ouvido, que seja claro para ser entendido, é preciso também que ele saiba captar a atenção, atingir aquele ao qual ele se dirige; ele precisa também manter a atenção, suscitar a adesão, vencer a resistência para liberar o desejo de aprender, de compreender e de transformar o mundo. Noutras palavras, não basta que um discurso pedagógico seja límpido para ser ouvido, que ele informe para ser captado, ele precisa também agradar e comover, tocar ao mesmo tempo o coração e a mente, suscitar o desejo e o entusiasmo, fazer sentido e provocar o encontro. (p. 383).

Bibliografia:

ABRANTES, P. , SERRAZINA, L. , OLIVEIRA, I. A Matemática na Educação Básica. Lisboa, Minisatério da Educação, 1999.

BESSON, J.I. A ilusão das estatísticas. São Paulo: Editora UNESP, 1995.

CARRAHER Terezinha, CARRAHER David e SCHLIEMANN Ana Lúcia. Na vida dez, na Escola zero. São Paulo – SP : Cortez, 1988. 182 p.

CASTORINA, José A. et al. Piaget - Vygotsky: novas contribuições para o d°bate. São Paulo : Ática, 1995. 175 p. (Série fundamentos, n.122).

D'AMBROSIO, B. S. Formação de professores de Matemática para o século XXI: o grande desafio. Proposições. Vol. 4, no. 1 [10], 1993.

D'AMBROSIO, U. Educação Matemática – da teoria à prática. Campinas: Papirus, 1996.

FAZENDA, I. Metodologia da Pesquisa Educacional. São Paulo: Cortez 1989.

FERREIRA, Ana Cristina. O desafio de ensinar-aprender matemática no noturno: um estudo das crenças de estudantes de uma escola pública de Belo Horizonte. Campinas-SP : Faculdade de Educação UNICAMP, 1998. 168 p.

FIORENTINI, Dario e MIORIM M.A. (Org.) Por trás da porta, que matemática acontece? Campinas-SP: Ed. Gráfica - FE/UNICAMP – Cempem, 2001. 231 p.

FRANKSTEIN, M. Educação Matemática crítica: uma aplicação da epistemologia de Paulo Freire. Tradução: Maria Dolis e Regina Luzia Corio de Buriasco. In: Journal of Education. Vol. 165, no 4, 1983

FREIRE, P. Pedagogia da Autonomia – saberes necessários à prática educativa. R.J.: Paz e Terra, 1997.

GAUTHIER, Clermont. Por uma teoria da Pedagogia. Ijuí-RS : Editora UNIJUÍ, 1998, 457 p.

GERALDI, C. M. G. et al. Cartografias do Trabalho Docente. Campinas: Mercado de Letras, 1998.

GODINO, J. D., BATANERO, C., CAÑIZARES, M. J. Azar y Probabilidad. Madrid: Sínteses, 1996.

HUFF, D. Como medir com estatística. Tradução: Ediouro S/A, São Paulo.

KILPATRICK, J., RICCO, L. y GÓMEZ, P. (Eds.) Educación Matemática, pp. 1-18, Investigación en educación matemática: su historia y algunos temas de actualidad. Colombia: üna empresa docente" & Grupo Editorial Iberoamérica. 1994.

LOPES, C. A. E. A probabilidade e a estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular. Dissertação de Mestrado Campinas, UNICAMP. 1998.

LORENZATO, S. , FIORENTINI, D. Iniciação à Investigação em Educação Matemática. Campinas: CEMPEM/COPEMA, 2001.

MOYSÉS, Lucia. Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática. Campinas-SP : Papirus Editora, 1997.175 p.

MEGID, M.A.B.A.: Construindo matemática em sala de aula: uma experiência com números relativos. In FIORENTINI e MIORIM (org.) Por trás da porta, que matemática acontece? Campinas-SP: Ed. Gráfica - FE/UNICAMP – Cempem, 2001. 231 p. (p. 143-184)

OLIVEIRA, Marta K. de. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento; um processo sócio-histórico. São Paulo : Scipione, 1993. 111 p. (Série pensamento e ação no magistério). SKOVSMOSE, Ole. Educação Matemática Crítica. Campinas-SP: Papirus Editora, 2001. 160p.

SOLÉ, Isabel. Disponibilidade para a aprendizagem e sentido da aprendizagem, in Coll, César at all, O construtivismo na sala de aula. São Paulo-SP: Editora Ática, 1997. p. 29-55.

Quando Professores do Ensino Fundamental Pensam Sobre o Lógico-Histórico da Álgebra

Autora: Maria do Carmo de Sousa
Orientadora: Profª Drª Anna Regina Lanner de Moura
UNICAMP – Faculdade de Educação

Justificativa e problema da pesquisa

Entender o lógico e o histórico da vida significa entender a relação existente entre a mutabilidade e a imutabilidade das coisas, bem como entender a relatividade existente entre o pensamento e a realidade objetiva.

A teoria de conhecimento, preconizada por KOPNIN (1978), esclarece-nos que o histórico consiste no processo de mudança do objeto, nas etapas de seu surgimento e desenvolvimento. O lógico é o meio pelo qual o pensamento realiza esta tarefa no processo de reflexão sobre o histórico, de forma que o lógico reflete os principais períodos da história do objeto. Pensar o conceito de determinados objetos envolve pensar "a confluência, a síntese das mais diversas idéias, o resultado de um longo processo de conhecimento" (KOPNIN, 1978:191).

Assim:

"O lógico reflete não só a história do próprio objeto como também a história do seu conhecimento. Daí a unidade entre o lógico e o histórico ser premissa necessária para a compreensão do processo de movimento do pensamento, da criação da teoria científica. À base do conhecimento dialético do histórico e do lógico resolve-se o problema da correlação entre o pensamento individual e o social; em seu desenvolvimento intelectual individual o homem repete em forma resumida toda a história do pensamento humano. A unidade entre o lógico e o histórico é premissa metodológica indispensável na solução de problemas de inter-relação do conhecimento e da estrutura do objeto e conhecimento da história de seu desenvolvimento" (KOPNIN, 1978: 186).

Entender o lógico-histórico do pensamento e dos objetos por ele estudado envolve entender o porque nós seres humanos não nos habituamos em viver sob o jugo do imutável. As abstrações se processam a todo instante em nosso pensamento e elas estão em constante transformação, tornando-se dessa forma, o conteúdo concreto de nosso pensamento, uma vez que, o núcleo que processa as abstrações do pensamento está em constante movimento, em constante transformação, seguindo o ritmo do universo, seguindo o ritmo do mundo, seguindo o pulsar da vida, sempre pronto a elaborar novos conceitos, sem conseguir se desprender das raízes que o compuseram, pois para ter coragem de navegar e enfrentar o desconhecido precisa estar preso ao já conhecido, aos conceitos concebidos momentaneamente fixos, verdades sólidas de onde damos o impulso para o mutável, para o novo.

Esse mundo, ao qual estamos nos referindo, que contém em seu bojo a lei universal do movimento, da mutabilidade, da fluência, da cooperação, da transformação, da relatividade é a vida de todos nós e, contrapõe-se a imutabilidade, a metafísica, a rigidez, ao fixo, ao pronto, ao acabado, ao absoluto já foi descrito por Heráclito, Galileu Galilei, Isaac Newton, enfim, por todos aqueles que de alguma forma, realmente fizeram diferença ao questionar verdades absolutas; por todos os pensadores que sempre buscaram mostrar, cada um em seu tempo que, as verdades são relativas e momentâneas; pessoas que, ao se debruçarem sobre o

imutável, o pronto, o acabado, trouxeram e estão trazendo, ainda hoje, novas questões para a humanidade responder, de forma que novos pensamentos sejam elaborados e que, muitos deles quando amadurecidos, se tornem científicos, provocando mudanças no lógico-formal de conceitos que até então eram ou ainda são inquestionáveis.

O pensamento mutável, da fluência e do movimento está presente no lógico-histórico da álgebra. É a gênese da variável. É o fundamento do pensamento algébrico e, é por esse motivo que este, se diferencia do pensamento aritmético. È a variável que dá mobilidade ao pensamento. É a variável que dá mobilidade à função; ferramenta do matemático atual. Na matemática, a função, representa o próprio movimento (HOGBEN, 1970).

Ao tentarmos romper com uma visão fragmentada do universo, a qual enrijece os momentos de permanência dos conceitos, procuramos dar uma nova forma à aprendizagem do conceito de álgebra que contém em seus fundamentos os conceitos de fluência, campo de variação e variável. Buscamos refletir sobre sua essência como forma de conhecer o mutável, o movimento, o incomensurável. Almejamos encontrar no estudo da álgebra conteúdo e forma para romper com o pensamento fixo, da não mudança, da verdade numérica incontestável. Procuramos refletir sobre questões simples como: "qual é a altura de uma criança?"; "você é o mesmo de um mês atrás?"; "você acaba de sair de sua classe, esta continua a mesma do que antes deste fato acontecer?"; "quantas pessoas estão em sua casa agora?"; "quanto dinheiro seu amigo tem no bolso, neste momento?"; "ao olhar uma pedra, fechar os olhos e olhá-la novamente, você vê a mesma pedra?" e outras que nos levam a relativizar os movimentos da vida e construir argumentações que nos permitem perceber que precisamos fragmentar a realidade para defini-la com precisão numérica, mas que podemos também expressar seu movimento dentro de um intervalo de variação abrangendo uma flexibilidade maior do fenômeno do que enrijecê-lo num resultado numericamente fixo.

Diante da primeira pergunta "qual é altura de uma criança?" muitas vezes, os professores do Ensino Fundamental nos interpelam dizendo que está mal formulada, esperando talvez uma pergunta que precise a idade da criança. Mas, mesmo assim, estaríamos diante da necessidade de precisar mais ainda os dados da pergunta até o ponto de definirmos de qual criança se trata. E, então, para respondê-la seria suficiente fazer um consulta à tal criança ou a uma trena, medindo a criança. Mas a pergunta "mal formulada" nos leva a buscar conexões conceituais que vão além do ato mecânico de medir a altura de uma criança. É preciso, primeiramente, buscar uma definição de criança que talvez possa ter uma representação numérica em faixa etária e então uma expressão de variação de alturas dentro desta faixa etária. Para a definição deste intervalo é preciso responder outra pergunta como: de que ponto de vista da medida estaremos definindo o intervalo da altura, do ponto vista experimental da medida, ou do ponto de vista teórico? Assim uma pergunta intencionalmente "mal formulada" pode solicitar a (re) criação por parte do professor de conexões conceituais que compõem o conceito mais complexo, no caso de um intervalo de variação em função de outro, sem o uso imediato da linguagem formal algébrica.

Ao refletirmos com os professores sobre essas e outras questões buscamos fazer com que percebam na simplicidade dos movimentos que fazem a vida, a totalidade dos fatos. Quando deles criamos fragmentações momentâneas por conferir-lhes expressões numéricas é como se desvendássemos um novo mundo; um mundo que nos permite perceber as conexões entre os fatos da vida, estabelecer novas relações e criar novos fatos; é como se conseguíssemos entrar num mundo que num primeiro momento nos fosse incompreensível. Ao adentrarmos nesse novo mundo, podemos diferenciar movimentos, relativizar os fatos e fixá-los

momentaneamente no movimento da variável numérica e geométrica. Ora estes movimentos nos parecem regulares, ora particulares, ora irregulares dando-nos a percepção da multilateralidade e profundidade dos fatos.

Nossos estudos sobre o ensino de álgebra, a exemplo de KIERAN (1992), SOUZA & DINIZ (1994), LINS & GIMENEZ (1997), dentre outros, também se fundamenta na variável, enquanto essência do pensamento algébrico, porém queremos ressaltar que a gênese desta essência está no desenvolvimento histórico do conceito de variável. Assim, defendemos uma proposta de ensino de álgebra pela educação do conceito com base na dinâmica lógica e histórica do conceito de álgebra.

Embora LINS & GIMENEZ (1997) discutam que esta abordagem considera apenas a mudança da notação algébrica, percebemos que ao combinar a idéia de CARAÇA (1998) de fluência com as da álgebra retórica, sincopada e geométrica estamos possibilitando aos professores do Ensino Fundamental o entendimento do conteúdo concreto do conceito de álgebra simbólica, ou seja, o entendimento da variável em todas as suas dimensões, contribuindo para que elaborem atividades de ensino que possibilitem a seus alunos, em suas formas mais simples, formarem para si, em sua subjetividade, como sujeitos que aprendem, pensamento algébrico.

É com esse sentido que, ao tentarmos responder nossa questão de pesquisa: "Que relações pode haver entre os conhecimentos manifestos por professores e os fundamentos lógico-históricos do desenvolvimento conceitual de álgebra que configuram as atividades de ensino"? propomos aos professores, atividades de ensino de álgebra que, levem em conta os conceitos: de fluência; de variável e campo de variação tanto da álgebra não simbólica: retórica, sincopada e geométrica como da álgebra simbólica (LIMA, 1998).

Metodologia da pesquisa

A pesquisa de doutorado que está em andamento sob o título "O ensino de álgebra numa perspectiva lógico-histórica: um estudo das elaborações correlatas de professores do Ensino Fundamental" é qualitativa a qual damos a especificidade de intervenção. A pesquisadora fez parte do grupo dos sujeitos da pesquisa, assumindo a orientação dos estudos desenvolvidos na disciplina eletiva denominada "Tópicos Especiais de Didática", ministrada pela Profa. Dra. Anna Regina Lanner de Moura no segundo semestre de 2001, na Faculdade de Educação da UNICAMP. A Intervenção fica caracterizada quando a pesquisadora propôs ao grupo um conjunto de atividades por ela previamente elaborada. Para uma análise mais profunda das elaborações que os professores fizeram durante o curso, a partir das atividades propostas negociamos os seguintes procedimentos:

responder a cinco questões sobre o conhecimento de álgebra elementar que tinham até o início do curso;

fazer anotações em um diário sobre as impressões que tivessem sobre as aulas, atividades e dinâmicas que se apresentavam durante o desenvolvimento do curso e também como estariam percebendo a aquisição de seus conhecimentos sobre os temas abordados, suas aflições, angústias e dúvidas ao refletir e analisar as atividades que estariam sendo propostas;

elaborar mapas conceituais de textos teóricos, os quais inicialmente deveriam ser feitos, individualmente, em seguida, discutidos e (re) elaborados em pequenos grupos e apresentados para a sala toda;

elaborar projetos que deveriam ser aplicados em sujeitos que fossem seus alunos, na sala de aula em que atuavam ou em outros locais escolhidos por eles sobre os temas que estariam sendo abordados e discutidos durante as aulas;

fazer suas auto-avaliações, individualmente, em seguida, nos pequenos grupos em que atuaram durante o semestre, sobre suas participações no curso;

seguir a dinâmica indivíduo-grupo-classe para o desenvolvimento das atividades que seriam propostas.

Resultados parciais da pesquisa

Da análise parcial do material que foi sendo elaborado em discussão com os professores destacamos alguns extratos das reflexões de seus diários que manifestam suas impressões sobre a relação com a matemática e especificamente com a álgebra bem como tentativas espontâneas de definir conceitos:

a) Definição espontânea do conceito de variável e a relação deste com o conceito de função, fazendo uma relação direta com o movimento mais geral da realidade.

> *"a variável é diferente da incógnita, a variável nos dá a noção de movimento (And, fragmentos de diário, 28/09/01). Idéia de função é onde tenho uma variável trabalhando em função de outra num conjunto numérico.... A idéia de infinito, vida e movimento, o homem percebe que o mundo, o todo está em constante transformação e começa a "colocar" estes movimentos em linguagens matemáticas. Trabalho, na área da informática, com programação, uso constantemente os algoritmos que utilizam a função, sendo esta a principal base para que o sistema, o software seja desenvolvido" (And, fragmentos de diário, 05/10/01);*

b) A percepção sobre as próprias dificuldades com a matemática e especificamente com a álgebra desencadeada pela leitura dos textos sugeridos durante o desenvolvimento do curso.

> *"A álgebra que até então conhecia é a formal; imposta, que foi me ensinada na escola e agora conheci-a através das apresentações dos mapas conceituais que esta não é a única forma de se ensinar álgebra, desmitificando o seu conceito. Através dos exercícios da apostila (atividades escritas) percebi o quanto nos apegamos a números para representar e, muitas vezes acreditar em algo que nos é transmitido, sendo muitas vezes, um número "falso", devido as constantes variações das coisas" (And, fragmentos de diário, 14/09/01). "Filosofia e matemática- um agradável revisar de alguns conceitos muito interessantes (...)" (Cl, fragmentos de diário, 31/08/01)*

c) A expectativa de romper com a própria formação matemática tradicional.

> *"Como disse durante a aula, estou me sentindo roubada. Como a escola tradicional, a eterna aplicação de regras, sem o entendimento do processo e da*

> *origem destas fórmulas pode levar as pessoas a perderem o vínculo com a compreensão, com a realidade, com a vida. Se a minha história escolar fosse diferente, se eu tivesse entendido a matemática ao invés de decorar regras, a minha vida hoje seria diferente? Posso afirmar com certeza que sim, principalmente com relação ao meu auto-conceito, minha auto-estima. Estou muito contente, em começar a conhecer a matemática agora e ao mesmo tempo triste por ser tão tarde. Ainda há tempo, espero! Agradeço a vocês por esta oportunidade (Mud, fragmentos de diário, 28/09/01).*

d) A reflexão sobre o medo de uma disciplina que se propõe trabalhar conteúdos matemáticos.

> *"Estou me surpreendendo com o enfoque que está sendo abordado para nos apresentar a álgebra. Estou gostando da relação que está sendo apresentada com outras ciências, principalmente com a filosofia, trazendo questões muito interessantes (Dric, fragmentos de diário, 17/08/01). Meu interesse pela álgebra aumentou, pois estou vendo-a sob outros aspectos já vistos em minha vida anteriormente, porém há algumas questões muito abstratas que realmente às vezes fica um pouco complicado de se entender" (Dric, fragmentos de diário, 24/08/01);*

e) A própria relação com o pensamento de fluência e de permanência e a da matemática.

> *"Devido á opressão do dia a dia, da correria que a vida de todos nós, muitas vezes achamos que nada muda. Nossa que chato! Todos os dias a mesma rotina! A idéia de fluência, a reflexão que estamos sendo levados a fazer nos ajuda a compreender esta dinamicidade do número e de nossas vidas. Como estou trabalhando a produção de texto, estou percebendo também este processo como dinâmico, assim como a idéia de que o que ali o autor registra, pode não ser a mesma interpretação do leitor. Será que apenas a álgebra é dinâmica ou as palavras também são? Novas reflexões... Eu também estou em movimento!" (Mud, fragmentos de diário,31/08/01);*

f) A necessidade de uma nova relação com a matemática.

> *" (...) Ademais, surgiram, durante as discussões, várias abordagens interessantes – e uma inesperada. Uma colega colocou a questão do prédio como estático – e isso me causou estranheza, ademais pelo fato dela ser engenheira civil e usar sua "formação exata" como argumento. Quem melhor poderia falar sobre a fluência do edifício? " (Cl, fragmentos de diário, 31/08/01).*

Algumas considerações

Nesta amostra restrita das reflexões iniciais dos professores sobre o próprio processo relativo aos conteúdos desenvolvidos em aula eles parecem nos alertar que o aspecto lógico-formal da matemática quando se apresenta na sala de aula enquanto ponto de partida e de chegada para o desenvolvimento do conceito não os atinge. Nos dão indícios de que o ensino de modo geral se insere em uma realidade escolar que tem como premissa e verdade única a

preparação do estudante para viver em um mundo cuja essência é a fragmentação e a permanência de verdades absolutas e tendo como referência disto as verdades matemáticas.

Ao que parece, a escola de hoje tende a ensinar o conceito científico como se fosse a fixação do instante de permanência da mutabilidade que esse realmente representa. Se fixa no aspecto lógico-formal como se este constituísse a essência do conceito. É como se a escola quisesse convencer o estudante de que a vida não tem movimento, não tem fluência e de que as coisas estão do jeito que estão por forças de circunstâncias que são mais fortes do que a nossa criatividade. É como se a escola fizesse questão de negar o lógico-histórico do desenvolvimento do pensamento humano. É como se a escola afirmasse ao estudante que é perda de tempo dar asas à sua imaginação para que possa alçar vôos que ainda não foram tentados.

Uma escola e um ensino que não se identificam com a vida dos estudantes de hoje, ignoram que a vida já está acontecendo enquanto o aluno aprende. Vida que contém a lei universal do movimento que leva á transformação. A não fragmentação desse movimento implica um ensino que contenha em suas ações: a relativização dos conceitos científicos; a incerteza do novo e desconhecido; a necessidade do formal sem a negação do histórico; a certeza de que a mutabilidade sempre irá romper com a imutabilidade.

O pequeno extrato que trazemos das falas dos alunos dá indícios de construção de um pensamento flexível pelo desenvolvimento conceitual da variável como base na conexão lógico-histórica do aspecto formal da álgebra.

Bibliografia

CARAÇA, B.J. – Conceitos fundamentais da Matemática. Portugal – Gradiva, 1998

EVES, H. – Introdução à História da Matemática, 2ª. edição – Campinas, SP, Editora da Unicamp, 1997

HOGBEN, L. – Maravilhas da Matemática: influências e função da matemática nos conhecimentos humanos, Porto Alegre, RS, Editora Globo, 1970

KIERAN, C. – The learning and teaching of school algebra – in Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning, Université du Québec à Montréal, 1992

KLINE, M. – Matemáticas para los estudiantes de humanidades. Sección de obras de ciência y tecnologia, México, Conselho Nacional de Ciência y Tecnologia, 1998

KLEIN, J. – Greek Mathematical thought and the origin of algebra. Translate by Eva Brann. The M.I.T. Press. Massachusetts Institute of technology Cambridge, Massachusetts, and London, England, 1968

KOPNIN, P. V. A dialética como lógica e teoria do conhecimento. Coleção Perspectivas do homem. Volume 123, 1978

LIMA, L. & PÉRICLES, R. & TAKASAKI, M. – A variável: Escrevendo o Movimento. A linguagem Algébrica 1. São Paulo: CEVEC/CIART, 1998.

LINS, R. C & GIMENEZ, J. – Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o século XXI. Campinas, 1997.

MOISÉS, R. P. - A resolução de problemas na perspectiva histórico-lógica – O problema em movimento. USP/SP. Dissertação de Mestrado, 1999

MOURA, A.R.L. & SOUSA, M.C. - "O desenvolvimento da álgebra pré-simbólica: o conceito de variável" – in VI EPEM, 2001 e www.uol.com.br/cultvox

MOURA, A.R.L. & MELO, G.F.A.M. & SOUSA, M.C. & SCARLASSANI, N.T. – O conceito de variação como um dos fundamentos da álgebra elementar in Coletânea de trabalhos do Prapem – VII ENEM. Campinas,SP – CEMPEM/PRAPEM-Faculdade de Educação – UNICAMP

PIAGET, G. & GARCÍA, R. – Psocogénesis e Historia de la ciencia. México. Siglo Veintiuno editores, SA, 1984

RÍBNIKOV, K. – Historia de las matemáticas. Editorial Mir Moscú, 1987

ROBAYNA, M.M.S. & MACHÍN, M. C. , M. & MEDINA, M.M.P. & DOMÍNGUEZ, J. H. – Iniciacion al álgebra. Coleção Matematicas: cultura y aprendizaje, Editorial Sintesis, 1996.

SOUSA, M. C. – A percepção de professores atuantes no ensino de Matemática nas escolas estaduais da Delegacia de Ensino de Itu, do Movimento Matemática Moderna e de sua influência no currículo atual. UNICAMP/SP. Dissertação de Mestrado, 1999.

SOUZA, E. R. & DINIZ, M.I.S.V. – Álgebra: das variáveis às equações e funções, CAEM-IME-USP, São Paulo, 1994

STRUIK, D. J. - História concisa das matemáticas. Ciência aberta, Gradiva, 1987.

Um estudo sobre a relevância da Matemática para os químicos contemporâneos

Aluna: Maria Helena S. S. Bizelli
mlena@iq.unesp.br
Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba
mborba@rc.unesp.br

A Trajetória da Pesquisa

Atuando como professora da área de Matemática no Instituto de Química da UNESP, Campus de Araraquara, preocupo-me, particularmente, com o ensino de Matemática voltado à formação de um Químico. Esse artigo busca apresentar a trajetória de uma pesquisa que vem sendo desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP, Rio Claro, que tem como questão central compreender a relevância do ensino da Matemática para os químicos, segundo a perspectiva de químicos não docentes.

O caminho, segundo o qual essa pesquisa vem se constituindo, tem como ponto de partida algumas inquietações que surgiram já no início de minha vida acadêmica no ensino médio, em 1986. Naquela época, algumas questões incomodavam-me bastante: Por que a maioria dos alunos não se interessa pela Matemática? Por que os alunos têm tanta dificuldade em aprender Matemática? Como e o que fazer para aumentar o interesse e minimizar as dificuldades na aprendizagem?

As preocupações com o ensino de matemática se intensificaram com meu ingresso no quadro docente da UNESP-Araraquara, em 1988, como professora assistente frente às disciplinas da área de Matemática do Instituto de Química de Araraquara. As inquietações e questionamentos, sempre presentes desde o início de minha vida profissional, intensificaram-se e transformaram-se em várias outras: Em relação ao perfil do aluno ingressante na Universidade (em particular nos cursos de Química), como adequar esse aluno ao nível necessário para o bom desempenho do curso? Dentro do conteúdo de Matemática, quais os tópicos dispensáveis e quais os indispensáveis como responsabilidade da área da Matemática? O computador poderia ser utilizado de alguma forma para ajudar? Ele é realmente necessário? É necessário um grande número de exercícios para fixação de uma teoria? A ausência de algum tópico no conteúdo de Matemática, do curso de Química, poderia gerar algum tipo de prejuízo? É possível formar um Químico sem o Cálculo Diferencial e Integral?

Algumas destas questões surgiram a partir de comentários de alunos que, de maneira geral, eram feitos em relação à Matemática: Para que serve esta Matemática que estou estudando? Não vejo aplicações da Matemática no curso de Química. Passei em todas as disciplinas que dizem precisar de Matemática e não consigo passar em Matemática. Além disso, alguns docentes afirmavam: Se os alunos souberem regra de três e porcentagem, é o suficiente.

Comentários desse tipo levaram-me a questionar a necessidade de um conhecimento matemático para a formação e a profissão de um químico. Essas questões vinham ao encontro do processo de reestruturação e adequação pelo qual passavam as disciplinas de Matemática do curso de Química do IQ-UNESP Araraquara.

A partir de todos esses questionamentos, uma nova pergunta começou a se delinear e que, se respondida, permitiria que se abordassem as outras de uma maneira mais adequada. Essa pergunta é: Qual é a relevância da Matemática para os químicos?

O Que Já Existe na Literatura

É importante destacar aqui, que o número de trabalhos encontrados, relacionados com a proposta desse estudo, foi muito pequeno.

A par desse fato, para buscar uma compreensão sobre a relevância da Matemática para a formação e profissão do químico contemporâneo, num primeiro momento, fui procurar na literatura subsídios que me permitissem uma compreensão a respeito da relação que se estabelece entre a Matemática e a Química, desde os seus primórdios. Com isso, pude constatar que a matematização da Química se iniciou com os cálculos de rendimentos (cálculos efetuados para se obter a relação entre a quantidade obtida de um produto e a quantidade de matéria prima empregada em um processo químico) dos primeiros "tecnólogos" químicos (século XVI) e com a estequiometria (1792) (ramo da Química que trata das proporções combinantes entre os elementos ou compostos envolvidos nas reações químicas (Williams e Johnnson, 1958)) atingindo um clímax, na época, com o surgimento da Físico-Química, uma das diversas áreas da Química que estuda os fenômenos químicos com o auxílio da Física.

Durante a empreitada na busca de elementos que me permitissem uma melhor compreensão sobre a relevância da Matemática para os químicos, outros questionamentos, relacionados com a pergunta diretriz da pesquisa, foram aparecendo e que também mereceram uma atenção especial. Um desses questionamentos refere-se ao uso do computador.

Nos dias de hoje, como sugere Levy (1988), os químicos cada vez mais necessitam estar familiarizados com o uso dos computadores para propósitos tais como: representar graficamente, processar e transformar dados experimentais, investigar modelos matemáticos, preparar relatórios, documentos e apresentações para comunicações orais e/ou escritas. O uso do computador, na ciência experimental, inclui aquisição de dados, controle experimental, redução de dados primários e apoio computacional aos resultados experimentais. Para os químicos teóricos, o computador é o principal veículo de aquisição, processamento e análise de dados. Particularmente na química moderna, o impacto do computador é profundo e afeta potencialmente todos os aspectos dos estudos experimentais e teóricos.

Levando isso em conta e observando de perto um aluno, usuário do computador em suas atividades, pode-se notar que ele consegue manipular os programas e obter os resultados, sem grandes problemas. Particularmente em relação a programas que pressupõem a compreensão de conceitos matemáticos para sua utilização, como por exemplo os programas gráficos, observamos que, mesmo aqueles que não conseguem tirar boas notas nas disciplinas da Matemática, conseguem manipular tais programas com uma destreza que chega muitas vezes a surpreender. Tal fato, no mínimo, pode causar uma certa estranheza, pois à primeira vista parece que a compreensão e a utilização dos recursos fornecidos por programas dessa natureza, pressupõe a compreensão de conceitos matemáticos.

Diante desses fatos, foi produzido um artigo (BIZELLI e BORBA, 1999), que busca contribuir para a reflexão sobre o seguinte questionamento: É necessário um conhecimento matemático para trabalhar com programas gráficos no contexto de situações-problema de

Química? Com esse artigo, os autores argumentam que o conhecimento matemático do usuário interfere na forma que ele resolve um problema.

Esta discussão recoloca a questão da relevância da matemática para os químicos. De acordo com BIZELLI e BORBA (1999), pode-se afirmar que a matemática tem um lugar na profissão docente. Qual a natureza dessa relevância? O que acham os próprios químicos? No IV EBRAPEM, discorri a respeito dessa importância, segundo a ótica dos químicos docentes (BIZELLI, 2000).

Nesse artigo apresento os dados coletados junto aos químicos não-docentes, no que diz respeito aos conceitos matemáticos utilizados por eles em suas atividades profissionais.

Metodologia

Com o propósito de conhecer a importância atribuída pelos químicos não docentes à Matemática, para a profissão dos químicos e saber que matemática eles utilizam em suas atividades diárias, decidi realizar um estudo inserido numa perspectiva qualitativa de investigação, que busca uma compreensão daquilo que se estuda e não a explicação dos fenômenos estudados. Compreensão é entendido aqui como a faculdade de perceber (adquirir conhecimento de; formar idéia de), enquanto que explicação é entendido como justificação (dar razão a; fundamentar; demonstrar; provar). A proposta inicial era utilizar a entrevista como principal fonte de dados. Devido à dificuldade em agendá-las, por motivo de disponibilidade ou falta de tempo do entrevistado, optou-se por utilizar questionários.

Uma preocupação que surgiu logo no início do processo de coleta de dados estava relacionada com o índice baixo de resposta que se poderia obter, já apontado por Goldenberg (1997) como uma das desvantagens em se utilizar o questionário para a coleta de dados. A par desta desvantagem, os questionários foram elaborados e, no início, entregues pessoalmente e/ou através de cartas.

Como era previsto, poucos questionários retornaram. Vi então a possibilidade de enviá-los através dos endereços eletrônicos dos participantes da pesquisa que foram obtidos, pela Internet, através das home pages de suas unidades de origem, ou por meio de informações obtidas de seus pares. A possibilidade de utilizar o e-mail para fazer a coleta de dados, permitiu atingir um número de participantes que seria impossível sem a ajuda do computador. Foram então contatados os químicos não-docentes, informando-os da pesquisa e enviando-lhes um questionário para ser respondido.

No que se refere à escolha dos participantes, no caso dos químicos não-docentes, inicialmente procurei entrar em contato com aqueles que trabalhavam em indústrias próximas a Araraquara, mas não obtive muito êxito nessa tarefa. Numa segunda tentativa para a seleção dos sujeitos da pesquisa, utilizei a técnica da "bola de neve", sugerida por Lincoln e Guba (1985), que consiste em identificar uns poucos sujeitos e pedir-lhes que indiquem outros, os quais, por sua vez, indicam outros e assim sucessivamente.

Mesmo utilizando esse processo para a coleta de dados, poucos químicos não-docentes (17) se dispuseram a participar da pesquisa. O retorno dos questionários era quase sempre muito baixo (comparado com a quantidade de questionários que foi enviado). Em contrapartida, os que retornavam elogiavam muito a iniciativa e, a grande maioria, colocava-se à disposição para maiores esclarecimentos, quando necessários.

Apesar disso, a riqueza do conteúdo das respostas obtidas permitiu-me obter resultados bastante elucidativos para que eu pudesse compreender a relevância da Matemática para a profissão do químico contemporâneo.

Resultados

Através das manifestações dos químicos não docentes, quanto à que matemática é utilizada por eles no seu trabalho, pode-se perceber que os conteúdos matemáticos mais citados são aqueles relacionados com a Estatística. Posso até mesmo ousar dizer que os conceitos estatísticos aparecem como as principais ferramentas matemáticas que o profissional químico faz uso em suas atividades profissionais, como se pode ver através dos recortes a seguir.

Estatística para levantamento de uma distribuição, estatística para acompanhamento de processos, estatística para testes de hipóteses e alguma coisa para planejamento de experimentos, correlação e regressão,; estatística para determinação, desdobramento e manuseio de incertezas de variáveis de processo.

Utilizamos: razões e proporções, desvio padrão, desvio padrão relativo (percentual), intervalo de confiança, análise de variância, análise multivariacional, regressão linear, planejamento de experimentos, etc., cálculo numérico, teoria dos erros (aleatório, sistemático, cálculo de erros, algoritmo para cálculos de erros, etc).

Utilizo conceitos de estatística, planejamento de experimentos, cálculos de diluição, proporção, conceitos de ppm, ppb, ppt (partes por milhão, etc...)

Mesmo sendo a Estatística a mais utilizada pelos químicos não-docentes em suas atividades diárias, de acordo com suas manifestações, outros tópicos foram também apontados por eles como importantes no seu dia-a-dia, como se pode observar através das declarações abaixo.

Atualmente me utilizo bastante dos cálculos estatísticos, mas hora ou outra sempre recorro a geometria analítica (na verdade toda a parte de retas tangentes e derivadas). Estes tópicos estão relacionados com calibrações de aparelhos e correções de curvas e desvios destes aparelhos, além de efetuar trabalhos estatísticos em indicadores de qualidade da empresa. O conceito de limites também é utilizado nas cartas de controle de peso líquido do produto.

Os tópicos da área de matemática que mais utilizo na atividade que desenvolvo na Petrobrás (Engenharia de Reservatório): trigonometria; conceitos básicos de derivada e integral; geometria espacial; logaritmo (log e ln); equações de variadas ordens.

Através das manifestações dos químicos não docentes, observa-se ainda existir uma preocupação para com a utilização do computador, associada aos conceitos matemáticos, indicados por eles como necessários em suas atividades diárias.

E precisamos muito desta formação: ESTATÌSTICA. Obs: como há muitos softwares comerciais, sugeriria acoplar algo na linha de informática também.

Com apoio da planilha eletrônica (excel): gerar números aleatórios, arredondamento, soma (...)

Além disso, outras manifestações apontam ainda para as dificuldades que os profissionais químicos apresentam em relação a sua formação matemática, como podemos observar pelo recorte a seguir.

Sou chefe do setor de química orgânica da Divisão de Química do centro de pesquisas da Petrobrás e tenho detectado a seguinte situação relativamente a formação (pelo menos por parte dos profissionais mais antigos de química do setor): pouca habilidade com manuselo de dados analíticos (isto é, cálculo de médias, desvio padrão, variância, etc....quer dizer, tudo que tem há ver com a parte de tratamento de dados e comparação de conjunto de dados e correlações matemáticas, regressões, etc...).

Como pudemos observar, através das manifestações dos químicos não docentes, a Matemática se apresenta como uma ferramenta que eles utilizam freqüentemente em suas atividades profissionais. Dentre os conteúdos matemáticos citados como importantes, destacam-se os conteúdos estatísticos como sendo os mais utilizados, apesar desse fato não descartar outros conteúdos considerados também relevantes para a profissão do químico. Além disso, a utilização do computador, associada ou não aos conceitos matemáticos, juntamente com as dificuldades que alguns dos profissionais químicos manifestam em relação a sua formação matemática, apresentam-se como uma preocupação entre os químicos entrevistados.

Discussão e Conclusão

No artigo do IV EBRAPEM (Bizelli, 2000), pôde-se deduzir que o papel representado pela Matemática para a formação dos químicos, segundo a concepção dos docentes, está associado fundamentalmente a seu caráter utilitário e formativo. O valor utilitário apresenta a Matemática como instrumento para a vida, para o trabalho e para outras ciências, revelando-se na matematização de situações reais observadas e através da construção de modelos para interpretá-las. O valor formativo aparece associado ao desenvolvimento do raciocínio lógico e de outras habilidades mentais tais como analisar, comparar, classificar, relacionar.

Nesse artigo, procurei apresentar a visão dos químicos não docentes quanto à relevância da Matemática em suas atividades diárias, levando-se em conta os resultados já obtidos frente aos químicos docentes. Através da fala dos químicos não docentes, pude observar que a Matemática constitui-se como uma das ferramentas que o profissional químico utiliza em suas atividades diárias, caracterizando-se o seu valor utilitário para o trabalho.

Ainda de acordo com as manifestações dos químicos não docentes, os conceitos estatísticos apresentam-se como as principais ferramentas matemáticas que são utilizadas no desenvolvimento de suas atividades profissionais. No entanto, ainda que em menor grau de importância, outros conceitos foram também apresentados como necessários, como por exemplo, trigonometria, equações algébricas, logaritmos, limites, derivadas, integrais, geometria analítica, geometria espacial.

Observa-se ainda que existe, entre os químicos não docentes, opiniões diferenciadas quanto aos conceitos matemáticos utilizados por eles. Enquanto uns apontam apenas conceitos matemáticos básicos, outros já consideram vários conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, aliados com os de Estatística, como necessários no seu trabalho. Algumas das manifestações parecem mostrar ainda que existem problemas em relação à formação

matemática dos químicos, no sentido de demonstrarem pouca habilidade com os conceitos estatísticos quando na sua prática.

Os profissionais entrevistados apontam ainda para necessidade de se utilizar o computador, como ferramenta associada aos conceitos matemáticos e estatísticos utilizados por eles. Isso está de acordo com a fala de Levy (1988), que afirma que os químicos cada vez mais necessitam estar familiarizados com o uso dos computadores em suas atividades profissionais e acadêmicas. Agora, é importante destacar que o uso do computador, dependendo dos softwares que são utilizados, pressupõe um conhecimento matemático para sua utilização, mostrando assim um outro aspecto da relevância da Matemática para os químicos, agora sob o ponto de vista da tecnologia.

Em relação a esse fato, Bizelli e Borba (1999) discutem a necessidade de um conhecimento matemático para trabalhar com programas que pressupõem a compreensão de conceitos matemáticos para sua utilização, como por exemplo, os programas gráficos. Nesse artigo, os autores procuram mostrar que a utilização de um programa gráfico, como apoio tecnológico, poderá ser feita com maior eficiência e com a certeza de melhores resultados se o usuário do programa possuir um conhecimento matemático adequado.

Dessa forma, os estudos realizados até agora parecem mostrar que a Matemática se apresenta, para o profissional químico, como uma importante ferramenta essencial no cotidiano do seu mundo do trabalho, quer seja através de conceitos matemáticos e estatísticos ou mesmo pela utilização do computador em suas atividades diárias. Há, por outro lado também, indícios de que "razão e proporção" pode ser suficiente para um químico, dependendo da atividade que ele estiver desenvolvendo. Em minha tese estarei sendo bem mais específica sobre esse último parágrafo.

Bibliografia

ALVES-MAZZOTTI, A J.; GEWANDSZNAJDER, F. O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa. São Paulo: Pioneira, 1998.

BIZELLI, M. H. S. S

BIZELLI, M. H. S. S., BORBA, M. C. O conhecimento matemático e o uso de softwares gráficos., Educação Matemática em Revista, ano 6, nº 7, julho 99, pp 45-54.

DOGGETT, G. and SUTCLIFFE, B. T. Mathematics for Chemistry Longman Scientific & Technical, 1995.

5. DOGGETT, Graham What, no Maths? – Education in Chemistry, 1997 (julho), 105-106.

GOLDENBERG, M. A Arte de Pesquisar: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais – 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Record, 1998.

LEVY, G. C. How Changes in Computer Technology are Revolutionizing the Practice of Chemistry. Journal Chem. Inf. Comput. Sci. 1988, 28, 167-174.

MARTINS, J. & BICUDO, M.A.V. A pesquisa qualitativa em Psicologia: fundamentos e recursos básicos. Sociedade de Estudos e Pesquisa Qualitativa. São Paulo: Moraes, 1989, 110p.

SOUZA, C. B. G. As Disciplinas de seu curso estão integradas? IV Circuito PROGRAD, 1996, p.4

WARREN, WARREN S. The Physical Basis of Chemistry Academic Press, Inc. 1994.

Um Esquema de Modelização para o Ensino-Aprendizagem da Distribuição de Poisson

Maria Inez Rodrigues Miguel
Orientador: Prof. Dr. Saddo Ag Almould
PUC-SP

O presente trabalho refere-se ao pré-projeto apresentado para ingresso no Curso de Doutorado em Educação Matemática da PUC-SP. Neste o tema escolhido foi um modelo de distribuição de probabilidades de variável discreta, o Modelo Poisson.

Justificativa:

Nossa longa experiência em sala de aula com alunos universitários, freqüentemente na área de probabilidades, buscando estratégias de ensino que minimizem as dificuldades apresentadas pelos alunos, nos levou a procurar caminhos que pudessem dar alguma contribuição ao ensino-aprendizagem dentro do contexto da Teoria das Probabilidades.

As pesquisas existentes, com alunos universitários, relacionadas à Teoria das Probabilidades, pelo menos de meu conhecimento até então, são poucas. A maior parte trata da introdução do conceito de probabilidade, da independência de eventos ou da probabilidade condicional e, em geral, com alunos do ensino médio.

Buscamos, portanto, um assunto dentro da Teoria das Probabilidades, para ser desenvolvido com alunos universitários.

Nossa observação, como professora universitária, revela que os alunos cometem erros ao identificar um modelo probabilístico adequado a uma situação-problema apresentada, como também na manipulação dos modelos teóricos, ou ainda, na interpretação e validação dos resultados encontrados. Em particular, esses erros são mais expressivos quando se trata do Modelo Poisson; existem evidências, nas respostas dos alunos, de que o aprendizado referente a esse modelo não tem significado.

O Modelo de Poisson tem inúmeras aplicações: a clássica, emissão de partículas por uma fonte radioativa; a usual: número de telefonemas que chegam a uma central telefônica, e nesse caso, o modelo pode permitir a determinação da ampliação necessária para se garantir um determinado percentual de atendimento ou espera. A grande vantagem desse modelo é que para poder utilizá-lo basta conhecer o que acontece em média e isso pode ser obtido simplesmente pela observação.

Estudando o Modelo Poisson, podemos contribuir, dependendo da abordagem, com o estudo de todos os modelos de distribuição de probabilidades de variáveis aleatórias. A escolha deste, em particular, deve-se à grande dificuldade dos alunos em aplicá-lo e interpretá-lo; talvez pelos conteúdos matemáticos envolvidos, talvez pela apresentação nos livros didáticos.

Um fato muito interessante relacionado ao Modelo Poisson, diz respeito aos bombardeios atômicos em Hiroshima e Nagasaki. Com a utilização desse modelo foi possível evacuar regiões, antes das pessoas serem afetadas. (ainda preciso pesquisar o assunto).

Essas reflexões nos impeliram, então, a fazer um estudo envolvendo o Modelo de Poisson em nosso Projeto de Doutorado em Educação Matemática.

Referencial teórico

Tendo definido que nosso estudo seria sobre o tema Modelo Poisson, passamos a buscar elementos que pudessem nos auxiliar.

Inicialmente fomos buscar, na História da Matemática, como surgiu o Modelo Poisson. Simon Denis Poisson (1781 - 1840), engenheiro e matemático francês, nascido em Pithiviers, considerado o sucessor de Laplace no estudo da mecânica celeste e da atração de esferóides, publicou em 1837, o trabalho intitulado: Recherches sur la probabilité des jugements, no qual apareceu a famosa distribuição de Poisson.

Nos livros didáticos analisados, o Modelo Poisson é apresentado, ou como limite do Modelo Binomial quando o número de repetições tende a infinito, seguido de aplicações que não se referem a esse limite ou por fórmula diretamente seguido de aplicações.

No estudo, Michel Henry (1997) apresenta uma experiência aleatória, descreve as hipóteses do modelo e as hipóteses probabilísticas, cria variáveis para o esquema de Poisson, define as hipóteses sobre as variáveis aleatórias em jogo, determina as leis das variáveis e a lei de Poisson, valida o resultado e apresenta a resposta ao problema proposto. O enfoque dado nessa publicação é rigorosamente teórico.

Como não encontramos, pelo menos nessa primeira tentativa, outras pesquisas sobre o Modelo Poisson, resolvemos buscar estudos que envolvessem modelos de distribuição de probabilidades em geral. Os estudos de Batanero,C. et al (en prensa) Significado y comprensión de la distribuición normal en un curso introductorio de análisis de datos; Souza,C.A. (2002) A Distribuição Binomial no Ensino Superior; Batanero,C. et al (2001) Aleatoriedad, Modelización, Simulación; Henry,M. (1997) Notion de modèle et modélisation dans l'enseignement, nos fizeram refletir que para um estudo de modelos de distribuição de probabilidades, precisamos inicialmente estudar o processo de modelização em matemática.

Zaki, M. (1991-1992), em sua tese de doutorado, coloca que, diante de uma dada situação probabilística, a primeira tarefa a cumprir e talvez a mais difícil, seja encontrar um modelo probabilístico que possibilite estudar essa situação.

Um exemplo histórico de Chevalier de Méré (1607-1684) ilustra a dificuldade e a importância da modelização em probabilidade:

Pode-se constatar que, jogando-se um grande número de vezes 3 dados, a soma 11 ocorre mais freqüentemente que a soma 12. Isso parece contraditório com o fato de que qualquer uma dessas somas são possíveis de serem obtidas de seis maneiras distintas:

Soma 11: 3+3+5, 3+2+6, 4+1+6, 4+2+5, 5+5+1, 4+4+3

Soma 12: 4+4+4, 4+3+5, 4+2+6, 3+3+6, 2+5+5, 1+6+5

Pascal resolveu esse problema imaginando que os 3 dados fossem de cores diferentes e dessa forma teremos:

soma11 : 3+3+5, 3+5+3, 5+3+3, 3+2+6, 3+6+2, ... totalizando 27 casos

soma 12: 4+4+4, 4+3+5, 4+5+3, 3+4+5, 3+5+4, 5+3+4, 5+4+3, 4+2+6, ... 25 casos

Pode-se dizer que o modelo inicial não era adequado para a situação, enquanto que o modelo dos 3 dados de cores diferentes possibilitou um estudo suficiente para validar a situação experimental observada.

Experiências anteriores, Coutinho (2001), Dantal (1997), entre outras, revelam que a passagem pela observação da realidade é fator fundamental no processo de modelização.

Na experiência de Dantal, com alunos do ensino médio, sem a observação da realidade, muitas foram as dificuldades na construção do modelo teórico e mais, para uma grande maioria dos alunos o ensino não teve sentido. Na experiência de Coutinho, os alunos passaram pela etapa da observação da realidade, em seguida pela modelização no campo pseudo-concreto até o modelo teórico e a conclusão foi que, a passagem pela observação e descrição da realidade teve importância fundamental na aprendizagem.

Michel Henry (1997) apresenta as seguintes etapas de um esquema de modelização de uma experiência real.

1. Realidade: estudo de um fenômeno real ou de um processo experimental. Descrição e aplicação de um protocolo experimental;

2. Modelo pseudo-concreto: apresentação do modelo em termos esquemáticos. Validação no sentido de observar as analogias com a descrição feita na etapa anterior. Conjecturas sobre as propriedades do modelo;

3. Modelo matemático: a partir das leis do fenômeno ou experiência estudada e dos conhecimentos teóricos do modelo pseudo-concreto, escrever matematicamente as relações entre as variáveis dentro de um determinado quadro teórico. Formulação nesse quadro da questão proposta;

4. Estudo matemático: demonstração dos resultados teóricos internos ao modelo matemático. Enunciar formalmente uma resposta ao problema matemático proposto;

5. Confronto entre modelo e realidade: comparação entre os resultados numéricos ou qualitativos com os correspondentes resultados experimentais;

6. Generalização e previsão: apreciação da validação e da generalização do modelo criado na situação estudada. Explicação e generalização do estudo matemático em função das hipóteses do modelo.

Essas leituras iniciais, nos impeliram a colocar em nosso projeto, um estudo sobre o ensino-aprendizagem do Modelo Poisson por meio de um processo de modelização.

Ao pensarmos em ensino-aprendizagem, estaremos levando em consideração as teorias de Régine Douady (1986): jogo de quadros e a dialética ferramenta-objeto, pois com a mudança de quadros é possível usar técnicas e ferramentas que possam propiciar o aprendizado; as teorias sobre o uso e a mudança de registros de representação de Raymond Duval (1993): segundo ele, um aluno precisa, no mínimo, conhecer dois registros de representação de um conteúdo e ser capaz de fazer a conversão entre eles, que não é espontânea, para compreendê-lo; as relações entre professor-aluno-conhecimento matemático que Guy Brousseau (1998) define como contrato didático.

Fundamentado no acima exposto, enunciamos a seguir nossa questão de pesquisa.

Problema da pesquisa

Levando em conta o quadro teórico de referência que acabamos de citar, pretendemos responder nossas questões de pesquisa:

1. Quais são os fatores que mais influenciam o processo ensino-aprendizagem do Modelo de Poisson?

2. Qual processo de modelização favorece o ensino-aprendizagem do Modelo de Poisson?

3. Quais situações-problema são favoráveis para que os alunos estabeleçam conexões entre o Modelo de Poisson e outras áreas do conhecimento?

Hipóteses

Considerando o quadro teórico, pensamos que nosso estudo, a fim de que atinja os objetivos pretendidos, além de considerar o jogo de quadros, a dialética ferramenta-objeto, o uso e a mudança de registros de representação e o contrato didático, deve também contemplar as etapas do processo de modelização apresentadas por Michel Henry. Nesse sentido, queremos testar a hipótese de que cada uma dessas etapas é o essencial no ensino-aprendizagem do Modelo Poisson.

Além disso, nossa experiência tem mostrado que, em alguns momentos específicos do estudo do Modelo Poisson, o uso de um software estatístico, como por exemplo o Excel, pode favorecer a exploração e compreensão do modelo, além de diminuir o tempo despendido e ter baixo custo na realização de experiências simuladas. Queremos portanto, testar a hipótese de que o ambiente informático contribui no desenvolvimento do processo de modelização, especialmente nas etapas 4 e 5 apresentadas por Michel Henry, descritas anteriormente.

Metodologia

Inicialmente pretendemos fazer um estudo sobre a história da matemática visando localizar o momento e o lugar da criação do Modelo Poisson, como também da teoria matemática que o envolve. Buscar e analisar pesquisas relacionadas ao Modelo Poisson e sobre processos de modelização, teorias da didática da matemática, relacionadas a jogo de quadros, dialética ferramenta-objeto, registro de representação, contrato didático, entre outras que sejam necessárias.

Elaborar uma seqüência didática, levando em consideração as teorias estudadas, que possibilite alcançar alguns objetivos, enunciados a seguir. Apresentada uma situação-problema ao aluno, ele deve capaz de:

identificar se o Modelo Poisson é ou não inadequado para representar bem a realidade da situação proposta, no sentido de entrar ou não em contradição com as observações feitas.

determinar corretamente o parâmetro do Modelo Poisson para a questão proposta.

encontrar os resultados do modelo teórico e interpretá-los na situação real ou simulada.

fazer *previsões baseando-se nos resultados e nas propriedades do modelo.*

usar um software para fazer cálculos, gráficos, interpretações e explorações das situações.

usar programas disponíveis na Internet para fazer simulações; discutir modelo e realidade.

Pretendemos preparar uma seqüência de ensino aplicá-la a alunos voluntários, fora do horário de aula. As atividades propostas serão discutidas em grupo e as avaliações serão individuais e escritas para facilitar uma análise futura. Inicialmente pretende-se que seis duplas façam parte deste trabalho.

Esquema preliminar da Seqüência de Ensino:

Encontros regulares, podendo ser semanais, com 1h30min, sendo estes:

Encontro zero: pré-teste individual, para avaliação dos conhecimentos prévios necessários, tanto sob o ponto de vista matemático, quanto do ambiente informático que se pretenda utilizar. Logo a seguir as situações propostas serão discutidas visando preencher os pré requisitos necessários; nessa etapa os alunos trabalharão em duplas. Avaliação para verificar se os objetivos desse encontro foram alcançados. De acordo com os resultados encontrados, podemos precisar de mais um encontro para atingir tais objetivos.

Encontro um: realização da experiência, observação e descrição. Levantar hipóteses sobre a experiência. Avaliação para verificar se os objetivos desse encontro foram alcançados.

Encontro dois: com base no encontro um, discutir um modelo pseudo-concreto; elaborar as hipóteses do modelo e com base nestas, criar um modelo matemático. Avaliação escrita para verificar se os objetivos desse encontro foram alcançados.

Encontro três: estudar o modelo matemático, explorando-o com atividades propostas no ambiente informático (Excel). Dar uma resposta ao problema proposto. Avaliação escrita para verificar se os objetivos desse encontro foram alcançados.

Encontro quatro: confronto entre os resultados observados e os do modelo teórico. Simulação em ambiente informático. Avaliação escrita para verificar se os objetivos desse encontro foram alcançados.

Encontro cinco: generalização do modelo, aplicação em outras situações contextualizadas. Avaliação escrita para verificar se os objetivos desse encontro foram alcançados.

Encontro seis: avaliação geral e final tendo em vista responder a questão de pesquisa, bem como as hipóteses levantadas. Entrevista com alunos que participaram dos encontros para esclarecimentos quanto a uma análise qualitativa futura que se pretende apresentar.

Os encontros serão observados e/ou gravados para gerar dados para uma análise qualitativa que se pretende fazer.

Os resultados de cada encontro, bem como os da avaliação final, serão tabulados e analisados quantitativa e qualitativamente, particularizando cada aspecto objetivado. Estaremos, portanto, utilizando um esquema de validação interna em nosso trabalho.

Bibliografia

ALDON,G. & REYNAUD, J.F. - (1994) - Modélisation en probabilités au Lycée - IREM de Lyon – Fr;

BATANERO,C. - (2001) - Aleatoriedad, Modelización, Simulaciónl - X Jornadas sobre el aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas - Zaragoza – Es;

BATANERO,C. et all – (en prensa) – Significado y comprensión de la distribuición normal en un curso introductorio de análisis de datos – Es;

BROUSSEAU,G. – (1998) - Le contrat didactique: le milieu.Recherches en Didactique des Mathématiques, vol.9, n°3, pp. 309-336. Grenoble - Fr;

COUTINHO, C. - (2001) - Introduction aus situations aléatoires dés le Collége: de la modélisation à la simulation d'experiences de Bernoulli dans l'environment informatique Cabri-géomètre II - Tese de Doutorado - Universidade de Grénoble – Fr;

DANTAL,B. - (1997) - Les enjeux de la modélisation en probabilités -(pp57-59) Enseigner les probabilités au lycée - Comission inter-IREM - Statustuqye et Probabilités – Fr;

DANTAL,B. - GIRARD,J.C. - GRANGÉ,J.P. & HENRY,M. - (1997) - Modélisation in Probabilités - Commission inter-IREM - Statistique e Probabilités – Fr;

DOUADY,R. – (1986) – Jeux de cadres et dialectique outil-objet. Recherches em didactique des mathématiques, vol.7, n°2, pp.5-31 – Fr;

DUVAL,R. – (1993) – Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. Annales de didactique et de sciences cognitives, vol.5, pp.37-65 – Fr;

FELLER,W. - (1950) - An interpretation to probability theory and its applications - Wiley-chapman - New York-London - U.S.A;

GRENIER,D. & PAYAN,C. – 1998) – Spécificités de la Preuve et de la Modélisation en Mathématiques Discrétes. – Recherches en Didactique des Mathématiques 1, vol. 18 – Fr;

HENRY,M. – (1997) – Notion de modèle et modélisation dans l'enseignement. In Chaput B. & Henry M. (cords.). Reims: IREM de Reims – Fr;

HOCHSZTAIN,E. et all – (1999) – La Computadora en la Enseñanza de la Estadística – Atas da Conferência Internacional "Experiências e Expectativas do Ensino de Estatística – Desafios para o século XXI" – Florianópolis, Br;

KENDALL,M.G. & PLACKET,R.L. - (1977) - Studies in the history of statistics and probability - Griffin & Co - Londres – In;

MACHADO,S.D.A. at all – (1999) - Educação Matemática: uma introdução – Editora EDUC – Br.

Simulação do modelo Poisson na internet: www.dartmouth.edu/~chance/teaching-aids/books-articles/probability-book/bookapplets/chapter5/LondonBombs/LondomBombs.html;

SOUZA,C.A. – (2002) – A Distribuição Binomial no Ensino Superior – Tese de Mestrado PUC-SP;

ZAKI,M. – (1991-1992) – Evolution d'apprehensions probabilistes en situation de simulation – Tese de Doutorado – Universite de Moins-Hainaut – Fr.

Diderot e a Educação Matemática

Maria Laura Magalhães Gomes
Orientador: Prof. Dr. Antonio Miguel
Programa de Pós-Graduação em Educação da UNICAMP

Introdução

Uma característica essencial da pedagogia do século XVIII é a proposição do ensino da Matemática, junto com o das ciências, como base da instrução, com a inversão da ordem prevalecente nos estudos até então, os quais priorizavam o ensino literário com ênfase na retórica, na gramática e nas línguas antigas (ABBAGNANO & VISALBERGHI, 1995; CAMBI, 1999; HUBERT, 1976; MANACORDA, 1997).

Em relação à Matemática, são especialmente importantes as posições defendidas pelos iluministas franceses ligados à Enciclopédia ou Dicionário Raciocinado das Ciências, das Artes e dos Ofícios – esses intelectuais valorizaram esse campo e enfatizaram o seu papel de modelo de conhecimento.

Concebendo a razão como a capacidade máxima de todos os homens, os auto-denominados filósofos – pensadores engajados, progressistas, inimigos do fanatismo, das injustiças e da intolerância – propagaram a difusão dos conhecimentos como fundamentação do ideal democrático. O Século das Luzes é, em conseqüência do trabalho desses intelectuais, responsável pela secularização da educação e pela consolidação das disciplinas escolares modernas durante o século seguinte (DARNTON, 1996).

Em meu projeto de Doutorado, a questão central de pesquisa é identificar as idéias norteadoras da proposta de educação matemática defendida pelos iluministas franceses; a investigação se realiza sobre os trabalhos de Denis Diderot (1713-1784), Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783). Étienne Bonnot de Condillac (1714-1780) e Jean-Antoine-Nicolas Caritat, o marquês de Condorcet (1743-1794).

As diretrizes metodológicas do estudo são a identificação e a análise das dimensões epistemológicas (concepções acerca do conhecimento matemático), teleológico-axiológicas (concepções acerca das finalidades da educação matemática e dos valores a serem por ela promovidos), didático-metodológicas (concepções sobre os meios a serem usados no ensino da Matemática) e psicológicas (concepções relativas ao acesso aos conhecimentos matemáticos) relacionadas com a educação matemática expressas nas obras dos quatro pensadores mencionados.

Neste texto, focalizo alguns dos resultados da pesquisa referentes a Diderot.

O lugar da Matemática na divisão dos conhecimentos da Enciclopédia e na proposta de educação de Diderot

Em 1775, Diderot enviou à imperatriz Catarina II sua encomenda de um projeto de instrução pública para a Rússia, o Plano de uma Universidade (ou de uma educação pública em todas as ciências); nesse escrito, o filósofo expõe suas idéias a respeito da escola a que deveriam ter acesso, após alguma instrução primária, todos os filhos de uma nação. Ao apresentar sua proposta para o primeiro curso de estudos da Faculdade das Artes (escola a ser freqüentada por todos os estudantes antes de ingressarem na Faculdade de Direito, na de

Medicina ou na de Teologia), Diderot dispõe na primeira classe – precedendo os estudos relativos às demais ciências, às línguas, à literatura, à metafísica, à religião e à história – a aritmética, a álgebra, o cálculo das probabilidades e a geometria, escrevendo:

> *"Eu começo o ensino pela aritmética, pela álgebra e pela geometria, porque em todas as condições da vida, desde a mais elevada até a última das artes mecânicas, tem-se necessidade desses conhecimentos. Tudo se conta, tudo se mede. O exercício de nossa razão se reduz freqüentemente a uma regra de três. Não há objetos mais gerais do que o número e o espaço" (DIDEROT, 1875, p. 452).*

Essa passagem mostra o lugar privilegiado da educação matemática na proposta diderotiana. Essa prioridade não é acidental, pois os escritos do principal editor da Enciclopédia em diferentes fases da vida atestam sua reflexão constante sobre questões epistemológicas próprias da Matemática, bem como sobre aspectos ligados à metodologia, à psicologia e, sobretudo, às finalidades e aos valores da educação matemática. Vamos examinar primeiramente a localização da Matemática na divisão dos conhecimentos humanos proposta por Diderot e seu companheiro d'Alembert na Explicação Detalhada do Sistema de Conhecimentos Humanos, que completava o Prospecto que anunciava a Enciclopédia.

Diderot e d'Alembert seguem o Chanceler Francis Bacon (1561-1626) na divisão das ciências segundo as três faculdades principais do Entendimento – a Memória, a Razão e a Imaginação, das quais surgem, respectivamente, a História, a Filosofia e a Poesia. A Matemática comparece no ramo da Filosofia, considerado pelos dois editores como o mais extenso e importante de seu sistema, bem como o mais diferenciado em relação à árvore dos conhecimentos de Bacon. A Matemática se situa num dos sub-ramos da Filosofia, o da Ciência da Natureza (os outros dois são a Ciência de Deus e a Ciência do Homem). Torna-se importante chamar a atenção para a classificação da Matemática como Ciência da Natureza, tendo em vista que ao introduzir o ramo da Filosofia, Diderot e d'Alembert afirmam que o homem aprendeu a história da Natureza mediante o uso de seus sentidos exteriores, enquanto o conhecimento de Deus foi alcançado pela "reflexão sobre a História Natural e sobre a História Sagrada" e o do Homem pela "consciência ou sentido interior" (DIDEROT & D'ALEMBERT, 1989, p. 117).

Diderot, como os pensadores iluministas em geral, abraça em relação à Ciência da Natureza, a doutrina de John Locke (1632-1704): a fonte e a matéria do conhecimento são a sensação (a percepção dos sentidos) e a reflexão (a percepção de nós mesmos). Como Ciência da Natureza, a Matemática é considerada como um conhecimento produzido pelo homem por sua reflexão a partir da experiência sensível, e seu objeto é um dos abstratos, a quantidade, que é "uma propriedade mais geral dos corpos, e que todas as outras supõem" (DIDEROT & D'ALEMBERT, 1989, p. 119).

Três diferentes modos de se considerar a quantidade produzem três tipos de Matemática: a Matemática pura, que advém de se considerar a quantidade sozinha ou independentemente dos indivíduos reais e abstratos dos quais nos vem seu conhecimento, ou seja, trata da quantidade abstrata; a Matemática mista considera a quantidade nesses indivíduos reais ou abstratos; a Físico-Matemática analisa a quantidade em seus efeitos a partir de causas reais ou supostas. A Matemática pura, que lida com a quantidade abstrata, compreende os tópicos que nos são mais familiares quando temos como referência a Matemática escolar. Com exceção do cálculo das probabilidades (que se localiza entre os

conhecimentos da Matemática mista), estão nessa subdivisão da Matemática os itens enumerados para a educação matemática que Diderot propõe a Catarina II – os temas integrantes da primeira classe da Faculdade das Artes, a ser cursada por todos.

A leitura da Explicação Detalhada do Sistema de Conhecimentos Humanos nos mostra, portanto, que para Diderot o objeto da Matemática é a quantidade, um abstrato que os sentidos exteriores percebem; a partir dessa percepção, o Entendimento produz o conhecimento pela reflexão. A reflexão operada pelo Entendimento, no entanto, não é desinteressada; de fato, no Plano de uma Universidade, que funda os conteúdos a serem estudados na sua utilidade, Diderot cita a Matemática como uma ciência nascida da necessidade ou da carência, assim como a Física, a Medicina e o Direito. O estatuto do conhecimento matemático é, então, o de um saber construído pelo homem em decorrência de necessidades de sua vida social.

Na verdade, embora Diderot apresente também, em alguns de seus trabalhos, idéias críticas quanto ao conhecimento matemático, principalmente por considerar sua insuficiência na interpretação da realidade física, mais comumente o principal editor da Enciclopédia prefere acentuar a importância desse conhecimento na instrução, vendo-o como fundamental ao contexto do século XVIII. Ele ressalta o enorme valor prático dos resultados da Matemática, e pensa que seu método e sua linguagem são particularmente apropriados para formar o homem necessário à sociedade de seu tempo.

Fins e valores da educação matemática no pensamento de Diderot

Examinemos mais de perto a posição privilegiada da Matemática no Plano de uma Universidade. A ordem dos estudos, afirma o autor do Plano, tem como diretriz caminhar "da coisa fácil para a coisa difícil, ir desde o primeiro passo até o último, do que é mais útil para o que é menos; do que é necessário a todos ao que é apenas para alguns" (DIDEROT, 2000, p. 276). Como Diderot sabe que nem todos poderão seguir até o fim a avenida dos estudos, e o número de estudantes diminuirá à medida que nela avançarem, a primeira lição deve ser aquela que convém a todos, independentemente de sua condição social. Até o final dos estudos, portanto, os conhecimentos devem ser ordenados em ordem decrescente de sua utilidade.

Enquanto a Matemática, como já foi dito, constitui a primeira classe do primeiro curso de estudos da Faculdade das Artes, a segunda, a terceira e a quarta referem-se às ciências (Mecânica, Hidráulica, Geografia, Astronomia, História Natural, Física Experimental, Química, Anatomia). Somente nas três últimas classes do primeiro curso figuram os estudos tradicionais: a lógica, as línguas modernas e antigas, a eloqüência e a poesia. Tendo em vista a pedra angular do edifício que projeta para a instrução pública – o princípio de utilidade – é clara a posição de Diderot: os conhecimentos científicos são mais úteis que os literários. À luz desse mesmo princípio, a aritmética, a álgebra, a geometria e o cálculo das probabilidades são os conhecimentos mais úteis, aqueles que devem ser aprendidos por todos. Contudo, veremos que a necessidade de colocar esses conhecimentos como os primeiros não está ligada exclusivamente à dimensão prática da Matemática, isto é, a seu papel essencial à vida social e às diversas ocupações e profissões. Diderot também põe em destaque as potencialidades formativas do saber matemático. Abordemos esses dois aspectos no trabalho do filósofo.

Diderot sublinha a necessidade dos conhecimentos da aritmética, da álgebra e da geometria ao enfatizar que tudo se conta, tudo se mede; ele também faz sobressair utilidades menos imediatas da Matemática ao destacar o ensino do cálculo das probabilidades como fundamental nas matérias de legislação, seguros, loterias finanças e comércio – situações práticas da vida.

Além disso, o enciclopedista acentua, quanto ao papel instrumental da Matemática, a essencialidade da apropriação de seus conteúdos para o acesso às outras ciências úteis, como a Mecânica, a Hidráulica e a Física Experimental.

Se a face pragmática da Matemática é a mais evidente nos textos de Diderot, não é ela, de modo algum, a única que o leva a considerar esse conteúdo como aquele pelo qual se deve começar a instrução.

De fato, no próprio Plano de uma universidade Diderot explicita o valor formativo da Matemática: mesmo afirmando a relevância da lógica, "arte de pensar corretamente, ou de fazer um uso legítimo dos sentidos e da razão; de certificar-se da verdade dos conhecimentos recebidos; de bem conduzir o espírito na busca da verdade" (DIDEROT, 2000, p. 304), reserva-lhe lugar apenas na sexta classe do primeiro curso de estudos da Faculdade das Artes, porque acredita que ao atingir essa classe os estudantes já terão exercitado suficientemente sua razão no estudo da Matemática e das ciências. Diderot escreve ainda que a geometria "é a melhor e a mais simples de todas as lógicas, a mais própria a dar inflexibilidade ao juízo e à razão" (DIDEROT, 1875, Tomo III, p. 454), e recomenda o ensino da geometria especificamente para combater a ignorância e a superstição. Qualificando especialmente a geometria como fundamental na construção do pensamento correto, Diderot se aproxima de Platão, ainda que não compartilhe com ele as concepções quanto ao saber matemático – para Platão, como é bem conhecido, o conhecimento matemático reside no interior da consciência e não no campo do que é perceptível pelos sentidos.

Como Platão, Diderot questiona também os equívocos da linguagem e da retórica; na luta contra as ambigüidades e enganos da fala e da escrita comuns, refere-se à linguagem matemática como modelo por sua precisão:

> *"Se nossos dicionários fossem bem feitos ou, o que dá no mesmo, se as palavras usuais fossem tão bem definidas quanto as palavras 'ângulos' e 'quadrados', restariam poucos erros e disputas entre os homens. É a esse ponto de perfeição que todo trabalho sobre a língua deve tender" (DIDEROT, 1875, Tomo III, p. 455).*

Assim, embora ao contrário de Platão Diderot eleve a importância dos conhecimentos práticos, os fins e valores da educação matemática não são, para ele, exclusivamente os de um instrumento essencial às outras ciências e técnicas. Sua proposta não envolve, portanto, apenas a capacitação do cidadão para realizar um trabalho útil à sociedade ao atender a suas necessidades, seus luxos e seus divertimentos. Essa proposta inclui, indispensavelmente, a contribuição que a Matemática oferece na formação do pensamento rigoroso, correto, ético. É essa dupla potencialidade do conhecimento matemático que conduz o enciclopedista a insistir em sua prioridade na instrução de todos os filhos de uma nação.

Considerações finais

Para concluir, é importante tecer algumas considerações no sentido de situar a educação matemática no contexto mais amplo da proposta pedagógica de Diderot. Nela, não se pode perder de vista a proximidade entre os saberes – primordialmente os científicos e técnicos – e os ideais democráticos; não existe verdadeira democracia sem povo instruído (ROMANO, 2001). Ao mesmo tempo, uma nação não progride em nenhum sentido se o Estado não proporcionar essa instrução a todas as classes sociais.

A Matemática ocupa o primeiro lugar no plano de estudos de Diderot devido a duas diretrizes principais – o princípio de utilidade e o princípio de ligação entre as ciências. Sendo necessária a todas as ciências e fundamentando as artes mecânicas que satisfazem necessidades humanas de tipos variados, é um saber cujo domínio é imprescindível à vida social e profissional no século XVIII. É, pois, um conhecimento essencial particularmente no contexto da França dessa época, na qual o quadro social e político encontra-se defasado dos progressos econômicos, científicos e técnicos.

Finalmente, para o grande divulgador das ciências que foi o enciclopedista, a Matemática, embora não seja um conhecimento que todos possam criar, é o mais fácil, o mais útil e o necessário a um maior número de pessoas (Diderot escreve no Plano que "é dado a poucos homens serem geômetras; é dado a todos aprender a aritmética e a geometria" – DIDEROT, 1875, Tomo III, p.452-453). Vista como um saber produzido a partir da experiência sensível, constitui-se de idéias que suprem carências sociais e cujo domínio é importante na formação do espírito do homem – suas aplicações práticas e sua contribuição para o desenvolvimento do pensamento são as justificativas para propor o seu ensino aos cidadãos de uma sociedade livre na qual as luzes são um direito de todos.

Bibliografia

ABBAGNANO, N. & VISALBERGHI, A. Historia de la Pedagogia. México, D. F. : Fondo de Cultura Econômica, 1995.

CAMBI, F. História da Pedagogia. Tradução de Álvaro Lorencini. São Paulo, Editora UNESP, 1999.

DARNTON, R. Os filósofos podam a árvore do conhecimento: a estratégia epistemológica da Encyclopédie. In: O grande massacre de gatos e outros episódios da história cultural francesa. Tradução de Sonia Coutinho. Revisão técnica de Ciro Flamarion Cardoso. 2ª edição. 3ª reimpressão. Rio de Janeiro: Graal, 1996.

DIDEROT, D. & D'ALEMBERT, J. Enciclopédia ou Dicionário Raciocinado das Ciências, das Artes e dos Ofícios/ por uma Sociedade de Letrados: Discurso Preliminar e outros Textos. Edição Bilíngüe. Tradução de Fúlvia Maria Luiza Moretto. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1989.

DIDEROT, D. Obras I: Filosofia e Política. Organização, tradução e notas de J. Guinsburg. São Paulo: Perspectiva, 2000.

DIDEROT, D. Oeuvres Complètes. Paris: Garnier, 1875.

HUBERT, R. História da Pedagogia. Tradução de Luiz Damasco Penna e J. B. Damasco Penna. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1976.

MANACORDA, M. História da educação: da Antigüidade aos nossos dias. Tradução de Gaetano Lo Mônaco, Revisão da tradução de Rosa dos Anjos Oliveira e Paolo Nosella. 6ª edição. São Paulo: Cortez, 1997.

ROMANO,R. O caldeirão de Medéia. São Paulo: Perspectiva,2001.

Buscando um Caminho na Formação de Professores de Matemática

Autora: Maria Teresa Menezes Freitas
Orientadora: Marilúcia de M. Rodrigues
Universidade Federal de Uberlândia
mtmf@unicamp.br

Introdução

A preocupação com a formação dos professores tem sido alvo das atenções de vários pesquisadores. O reconhecimento de que a prática do profissional docente é complexa e múltipla envolvendo sujeitos em condições materiais e culturais diversas leva à busca da identificação de saberes especiais para o exercício da profissão e das competências necessárias para a formação deste profissional.

Como elemento importante da formação docente destacamos a inserção dos futuros professores no seu campo de atividade profissional levando a reflexão sobre as diferentes realidades e contextos que geram diferentes necessidades.

Na maioria dos cursos de Licenciatura do país a responsabilidade de se fazer o elo entre teoria e prática recai nas disciplinas Prática de Ensino e nos professores responsáveis pelas mesmas.

O interesse em propor atividades em sintonia com a concepção de Extensão que articula o ensino e a pesquisa, conforme a compreensão do Fórum Nacional de Pró-Reitores das Universidades Públicas Brasileiras, nos levou a investigar a contribuição das relações de aproximação baseada no diálogo entre saberes/práticos acadêmicos (universidade) e saberes/práticos escolares, durante o estágio no Curso de Licenciatura em Matemática. Compreendendo o estágio articulado à concepção de Extensão ressalta-se a importância da não dicotomização da teoria e prática resultando deste entrelace a obtenção de dados que podem subsidiar pesquisas e possibilitar o estabelecimento de parâmetros para o desenvolvimento da própria pesquisa e do próprio ensino.

Nesse sentido, percebemos a possibilidade do trabalho docente como fonte de aprendizado e que, por meio do ensino e da pesquisa, capaz de produzir saberes preciosos para o educador. Concordamos com Freire, quando diz que: "quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender" (1997, p. 25).

A pesquisa em questão foi defendida em 2000, na Universidade Federal de Uberlândia sob o título "Estágio Curricular em Matemática na Perspectiva de Extensão Universitária: estudo de uma experiência na UFU" a qual procura analisar as relações de aproximação ou de afastamento entre as atividades desenvolvidas nos estágios curriculares do Curso de Licenciatura em Matemática da UFU, no 1° semestre do ano 2000, bem como as atividades desenvolvidas pela extensão, que buscam, na perspectiva processual, articular o ensino e a pesquisa, trazendo um novo perfil à vida acadêmica universitária, na busca de um saber original e de descoberta científica.

Esta nova adoção de sentido para o estágio curricular, ou seja, o de estar articulado à concepção de Extensão, pressupõe entender que o ensino seja um ato de criação. Dessa forma, teoria e prática complementam-se. Nessa articulação, o contato com a realidade traz

para a universidade dados que subsidiam as pesquisas e, ainda mais, possibilitam estabelecer quais seriam os parâmetros para o desenvolvimento da própria pesquisa e do próprio ensino.

Entretanto, considerar o estágio curricular nesta ótica não é tarefa fácil. Sabemos que os estudos sobre Extensão, historicamente, não têm merecido tratamento relevante, embora essa função represente grande importância para a própria concepção de uma universidade que deva se voltar para a dimensão social.

É por isso que a Prática de Ensino e o Estágio Supervisionado merecem reflexão no sentido de não serem vistos como "dados", acabados ou "preestabelecidos". Eles são dinâmicos/dialéticos e se reconstroem, permanentemente, nas relações de parceria e de trocas, por meio do diálogo.

Nesse sentido, Paulo Freire tem uma contribuição importante. Para a pedagogia freireana, o diálogo emerge como "opção real, prática para professores/professoras e aluno/alunas substituírem a abordagem tradicional autoritária baseada nas formas do racionalismo cartesiano" (McLAREN, 1988, p. 45).

A categoria diálogo para Freire se sobressai como condição fundamental da emancipação do homem.

Embasada nessa teoria, esta pesquisa procura ainda, investigar como os estagiários conhecem/compreendem e interagem/ intervêm na escola e a maneira que se dá este processo. Nesse sentido, identificar as relações (tensões, percepções/trocas) que ocorrem entre estagiários (universidade) e professores (escola) foi também alvo de investigação.

Como objetivo do trabalho destacamos: o desenvolvimento de um estudo descritivo e interpretativo das atividades desenvolvidas na prática do estágio curricular; análise das relações de aproximação ou de afastamento entre as atividades desenvolvidas nos estágios curriculares do Curso de Licenciatura em Matemática da UFU e as atividades desenvolvidas pela extensão, que buscam, na perspectiva processual, articular o ensino e a pesquisa; a compreensão do que os professores do ensino médio pensam e como percebem a troca/diálogo entre Universidade e Escola.

Destacamos no Parecer 349/72 uma preocupação em garantir que a formação do professor estivesse vinculada à prática e inserida no contexto do meio profissional, ao ressaltar que a Prática de Ensino não deveria ficar restrita a tarefas de "dar aulas" ou "assistir à aula" mas sim considerar os diversos aspectos da escola.

A questão da separação entre teoria e prática é evidenciada por Freitas (1996, p.7), ao abordar a discussão sobre o papel das disciplinas pedagógicas no processo de formação dos professores das áreas específicas, considerando importante recuperar o movimento dos educadores, que se apóiam na necessidade de garantir a "formação do profissional crítico capaz de articular o conhecimento teórico com a prática educativa, colocando-se a serviço da transformação da sociedade brasileira."

Vasquez (1997), ao analisar as relações entre teoria e prática, percebe que a unidade entre a teoria e a prática pressupõe sua mútua dependência. Essa conjugação é apontada por Rays (1989) como importante para o aparecimento de novas atitudes na prática pedagógica.

Segundo Perelló (1998, p.50), a competitiva agressividade do mercado leva as empresas a orientar a formação dos recursos humanos a uma habilitação sistêmica e global e,

por esse motivo, "o estágio dos alunos nas fábricas e no setor de serviços encaminha-se para uma atividade fundamentada na pesquisa e numa subjetividade criativa".

Compreendemos que o professor, na condição de profissional da educação, necessita em sua formação, uma prática sob forma de estágio supervisionado que traga, em si, a seriedade do estágio de formação de todo profissional e o respeito que lhe atribua o merecido status, ressaltando o profissionalismo dos envolvidos.

Dessa forma, o estágio, na perspectiva da extensão, pode ser percebido como um momento da prática profissional e do alargamento da consciência social, que permite uma integralização curricular, do ponto de vista da participação dos alunos estagiários nas atividades de extensão, em um movimento contínuo de reflexão e diálogo entre os estagiários, entre os professores das escolas de ensino fundamental e médio e os professores da universidade responsáveis pela disciplina Prática de Ensino. E, por sua vez, a universidade não só resgata a sua natureza pública, como ainda procura oferecer à sociedade uma educação de qualidade, ao buscar trabalhar o conhecimento e o saber de modo a responder às carências e necessidades da sociedade.

Concordamos com Rodrigues (1999, p.49), quando diz ser necessária uma redefinição do espaço de extensão dadas as exigências da nova ordem mundial que estão sendo colocadas para a Universidade. Desta forma, a ligação Universidade-sociedade, via extensão, "recuperará as vivências inseridas no contexto, criando possibilidades de diálogo com as próprias práticas e com as realidades, resgatando as necessidades que dizem respeito às aspirações concretas da sociedade".

Dessa maneira, a extensão que atende às novas exigências colocadas à Universidade é aquela que viabiliza a integração com a sociedade numa perspectiva de reflexão, sistematização e divulgação de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Por isso, o estudo destaca, a extensão universitária aliada ao princípio de indissociabilidade entre ensino e pesquisa, avançando na discussão teórica e conceitual da extensão, na tentativa de responder às questões sociais que se relacionam, direta ou indiretamente, ao estágio curricular e à formação do profissional de ensino.

Percebemos, portanto, não ser suficiente que o conhecimento, gerado por meio de pesquisa educacional acadêmica, seja apresentado aos professores. Faz-se necessário encontrar mecanismos que os levem a se engajarem, intelectualmente, no processo. Isto implica, em primeiro lugar, considerar o que os professores conhecem e podem fazer e, em seguida, levar em conta o respeito mútuo entre as produções dos acadêmicos da Universidade e dos professores das escolas de ensino fundamental e médio.

Desta forma, a presente pesquisa parte do pressuposto de que a ação desenvolvida no estágio propicia a troca e a produção de saberes fundamentais para a determinação dos fatores que contribuem para a formação do profissional de ensino.

Assim, o estágio curricular, na perspectiva de extensão, coloca-se como uma possibilidade de ultrapassar a visão tradicional de repetição de conhecimentos produzidos no interior da universidade.

Metodologia

Essa pesquisa tem na abordagem qualitativa a sua fundamentação, visto que busca identificar aspectos relacionados a posições, percepções e posturas que contribuem para a construção de saberes da prática educativa.

Num primeiro momento, foram identificados diretores e professores de escolas estaduais, interessados em participar do trabalho dos alunos-docentes, como estagiários de seu campo de trabalho, discutindo e refletindo sobre as atividades, não só no momento de identificação de possibilidades e planejamento, bem como, durante e após suas realizações. As ações desenvolvidas variam de escola para escola e estão vinculadas ao interesse e necessidade de cada uma e de sua realidade. Dessa forma, nesta pesquisa, os alunos/estagiários tiveram envolvimento com: implementação e funcionamento de laboratório de informática; assessoria na implementação de projetos da escola; realização de mini-cursos e ainda identificação e proposição de atividades para minimização das dificuldades dos alunos.

Os professores interessados comprometeram-se a, esporadicamente, reunirem-se na Universidade ou nas escolas, para reflexão conjunta com a presença do professor da disciplina Prática de Ensino, dos estagiários e da pesquisadora, para avaliação de ações realizadas, para troca de percepções e conhecimentos adquiridos e planejamento de ações futuras.

Para o levantamento de dados e/ou informações, foram utilizados de notas de campo, entrevistas, fotografias, questionários e relatórios de ex-alunos de Prática de Ensino. O período de obtenção dos dados deu-se ao longo do 1° semestre letivo do ano 2000.

As notas de campo são utilizadas nesta pesquisa, a partir das orientações de Bogdan & Biklen, em que são compreendidas como "relato escrito daquilo que o investigador ouve, vê, experiencia e pensa no decurso da recolha e refletindo sobre os dados de um estudo qualitativo" (1994, p. 150).

Foram utilizadas notas de campo dos 17 alunos matriculados na disciplina Prática de Ensino em Matemática II, no período de realização da pesquisa. Esses alunos/estagiários foram orientados, ao longo do trabalho, a aprimorar cada vez mais os seus registros, a assumir um olhar investigativo, tendo sido fortemente incentivados à reflexão sobre as ações realizadas e/ou observadas. As notas de campo dos alunos estagiários somaram 265, numa média de três páginas cada.

Além das notas de campo dos futuros/professores (alunos/estagiários), contamos com as notas de campo da pesquisadora, que manteve registro de todos os momentos de trocas com os sujeitos envolvidos no processo, sendo eles: futuros/professores, professor responsável pela disciplina Prática de Ensino de Matemática II, professores das escolas (campo de estágio). Esses momentos de trocas referem-se aos encontros de que participavam, ora os professores das escolas, os alunos/estagiários e o professor responsável pela disciplina da universidade, ora o professor da disciplina e os alunos/estagiários, ou então, apenas um destes. Estes últimos foram realizados pessoalmente ou, por longos contatos telefônicos, sendo que algumas trocas ocorreram por e-mail. Para os registros desses momentos, foram elaboradas 37 notas de campo.

As notas de campo consistem de uma parte descritiva e outra reflexiva. Ao utilizar notas de campo como um dos meios de coleta de dados, procuramos garantir que os registros possam ser detalhados, precisos e extensos. Nessa parte, é levada em consideração a observação de Laville e Dionne (1999), quando afirmam ser o pesquisador em ciências

humanas um ator que influencia seu objeto de pesquisa. Do objeto de pesquisa, por sua vez, é capaz de assumir um comportamento voluntário e consciente, que conduz à construção de saberes.

As entrevistas realizadas, por sua vez, consistem em uma conversa intencional, com objetivo de obter informações e recolher dados na linguagem dos sujeitos sobre as questões investigadas. Nesse processo, os entrevistados ficam à vontade para falar livremente sobre seus pontos de vista, sendo estimulados a serem específicos, dando exemplos e detalhes sobre os assuntos abordados, priorizando-se perguntas que possam ser exploradas e evitando-se aquelas cujas respostas possam ser resumidas a um simples "sim" ou "não". Foram realizadas entrevistas não só com os cinco professores participantes do trabalho de estágio, como também foi entrevistado o professor da universidade, responsável pela disciplina Prática de Ensino de Matemática II e, ainda, a diretora de uma das escolas escolhidas como campo de estágio, por ter um destacado e relevante envolvimento no processo.

A maioria das entrevistas foi gravada, e seu texto reconstruído e transcrito pouco tempo depois, para evitar a perda de informações.

A utilização de fotografias, como complemento de notas de campo, justifica-se por contribuir para a realização de comparações e detalhamento de descrições que sirvam para análise e estudo.

A opção por utilizar questionários prende-se à necessidade de obtenção de alguns dados que abarquem um número maior de sujeitos e que possam ser obtidos sem a presença do pesquisador. Esta técnica assegura que as pessoas participantes vejam as questões formuladas na mesma ordem, facilitando o processo de compilação, comparação e análise.

Assim, os questionários foram trabalhados para obtenção de dados dos alunos/estagiários relacionados não só à história de vida de cada um, como também dados que transparecessem a visão desses futuros profissionais de ensino, com relação à sua participação e aos aspectos que consideramos importantes na disciplina Prática de Ensino, na qual se insere o Estágio Supervisionado.

A pesquisa teve, em seu desenvolvimento, a participação de quatro escolas da Rede Pública de Uberlândia, apesar de, num primeiro momento, cinco terem sido definidas como campo de estágio dos alunos/estagiários.

A definição do número de escolas envolvidas na pesquisa é intencional e está em função do número de alunos matriculados na disciplina Prática de Ensino de Matemática II, do Curso de Licenciatura em Matemática da UFU. A escolha da escola como campo de estágio é de responsabilidade do professor da disciplina, conforme regulamento.

Assim, a pesquisa, na abordagem qualitativa, desenvolveu-se mediante um estudo descritivo-interpretativo do estágio curricular. A escolha por essa modalidade metodológica prende-se à possibilidade de entender que as descrições procuram representar vozes diferentes, pontos de vista diferentes, opiniões diferentes do objeto estudado.

Considerações Finais

Nesta pesquisa, o trabalho com o conhecimento ficou enaltecido, assim como é esperado nas relações de extensão universitária. O conhecimento, bem enfocado em Paulo Freire, requer transformação, busca, intervenção. Impõe a reflexão sobre o ato de conhecer.

Levantamos como fundamental nos momentos de troca, favorecidos pelos diálogos estabelecidos entre os professores dos vários níveis de ensino, não só o conhecimento, mas também o 'não saber', isto é, o desconhecimento apresentado como uma dimensão que provoca o espírito de busca e que, em vez de fragilizar o saber profissional, o fortalece.

Admitimos, entretanto, que esse trabalho de interação, que privilegia a reflexão sobre a prática, considerando-a como uma estratégia favorável para a construção e reconstrução de saberes profissionais, de atitudes e de competências, não é uma tarefa fácil e depende de vários fatores, entre eles, a conciliação entre os diferentes cotidianos no qual estão inseridos os elementos envolvidos no processo.

A proximidade e o compromisso dos professores dos vários níveis de ensino, com perspectivas múltiplas em sua interação, de caráter não só de ensino como também de pesquisa e extensão, constituem o grande diferencial quando se compara o trabalho realizado com os estágios tradicionalmente desenvolvidos.

Dessa forma, o estágio curricular, se iniciado sob essas bases, possibilita o desencadeamento da prática pedagógica, levando a um repensar de seus objetivos e das suas ações. Nesse processo, com os alunos, professores e escola, cria-se um espaço social de participação coletiva e política. Justamente aqui, o "saber" síntese então produzido, construído à medida que o grupo em interação articula o saber local e o acadêmico, abre perspectivas de um novo conhecimento. Inicia-se, portanto, um processo vivo, e a Universidade se engaja numa ação social efetiva.

Bibliografia

BARTH, Brith-Mari. O Saber em construção: para uma pedagogia da compreensão. Lisboa: Instituto Piaget., 1996.

CHIZZOTTI, Antônio. Pesquisa em ciências humanas e sociais. São Paulo: Cortez., 1991.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra., 1997.

_____ Extensão ou Comunicação? Rio de Janeiro: Paz e Terra., 1979.

FREITAS, Helena Costa. O papel das disciplinas de formação pedagógica nas licenciaturas. Boletim da ANFOPE- Abril, Florianópolis, pp.3-15., 1996.

FREITAS, M. T. Menezes. Estágio Curricular em Matemática na Perspectiva de Extensão Universitária: estudo de uma experiência na UFU. Dissertação de Mestrado, Uberlândia, UFU, 2000.

GUIMARÃES, Ana Maria de M.. Extensão Universitária como Reconfiguração de Saberes. In: MOROSI M. e LEITE Denise (orgs.) Universidade Futurante; Produção do Ensino e Inovação. Campinas: Papirus, pp.55-76., 1997.

LAVILLE, Christian e DIONNE, Jean. A Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artes Médicas., 1999.

McLAREN, Peter; LEONARD, Peter e Vadotti, M.. Paulo Freire: Poder, Desejo e Memórias da Libertação. Porto Alegre: Artmed., 1998.

MORIN, Edgar. Saberes Globais e Saberes Sociais: o olhar transdisciplinar. Rio de Janeiro: Garamond., 2000.

PERELLÓ, Solivellas J.. (Pedagogia do Estágio: experiência de formação profissional. Belo Horizonte: Imprensa Oficial., 1998.

RAYS, Oswaldo Alonso. A relação teoria-prática na didática escolar crítica. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro. Didática: o ensino e suas relações. Campinas: Papirus, pp. 33-52., 1989.

RODRIGUES, Marilúcia de M.. Universidade, Extensão e Mudança Sociais. Revista em Extensão, Uberlândia, pp.41-51., 1999.

TUTTMAN, Malvina T. Extensão Universitária: uma alternativa viável? In: SEMINÁRIO DE EXTENSÃO. 4. Anais do IV Seminário de Extensão. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, pp.69-71., 2000.

O Currículo de Matemática na Visão do NCTM

Mariângela Pereira
Orientadora Profª Drª. Lourdes de la Rosa Onuchic
UNESP – Rio Claro

Introdução:

O Ensino da Matemática no Brasil e no mundo tem passado por problemas de ensino e de aprendizagem. Após passarem nove anos de suas vidas na escola, os alunos terminam o Ensino Fundamental e saem, em geral, mal preparados. Quando são questionados sobre algum conteúdo que tenham "aprendido" durante sua vida escolar, nota-se que pouco do que "aprenderam" parece ter ficado.

Como se isso não bastasse, este grave problema tem chegado ao Ensino Médio e até às universidades, onde os professores, com freqüência, reclamam da falta de preparo trazido pelos alunos de suas formações anteriores. Os professores são, muitas vezes, obrigados a rever conteúdos que deveriam ter sido trabalhados e aprendidos nos Ensinos Fundamental e Médio, pois parecem não ter tido significado algum para os alunos.

Neste cenário, o presente trabalho, parte do projeto de pesquisa desenvolvido por nós em nível de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP – Rio Claro, cujo objetivo é o de verificar como a Metodologia de Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas pretende colaborar para uma melhora no Ensino de Matemática da 5ª série do Ensino Fundamental, de maneira significativa.

Ao iniciarmos nosso trabalho, nos deparamos com as seguintes questões: O currículo Matemático atual favorece um ensino-aprendizagem eficiente da matemática? A forma como o currículo é desenvolvido ajuda na formação de um aluno criativo, reflexivo e participativo? Inicialmente faremos uma abordagem histórica do currículo de matemática e assumiremos o Princípio do Currículo apresentado pelo NCTM - 2000 (National Council of Teachers of Mathematics) em Principles and Standards for School Mathematics (Princípios e Padrões para a Matemática Escolar) quanto ao mesmo: "Um Currículo é mais do que uma coleção de atividades: ele precisa ser coerente, enfocado sobre matemática importante e bem articulado através das séries".

Metodologia de Pesquisa:

A metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho está baseada no modelo de Thomas A. Romberg, em seu artigo, publicado em 1992, no Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning – sob o título: Perspectives on Scholarship and Research Methods (Perspectivas sobre Conhecimento e Métodos de Pesquisa).

Abordagem Histórica do Currículo de Matemática:

O currículo matemático no Brasil passou por várias reformas que, segundo os PCN – E.F. (1998), não tiveram força suficiente para mudar a prática docente dos professores a fim de eliminar o caráter elitista desse ensino bem como melhorar sua qualidade.

Nas décadas de 60/70, o ensino de Matemática no Brasil, assim como em outros países do mundo, foi influenciado por um movimento de renovação que ficou conhecido como Matemática Moderna. O ensino proposto fundamentava-se em grandes estruturas que organizavam o conhecimento matemático contemporâneo e enfatizava a teoria dos conjuntos, as estruturas algébricas e as estruturas topológicas. Esse movimento provocou em vários países, inclusive no Brasil, discussões e amplas reformas no currículo de Matemática.

Essas reformas deixaram de considerar um ponto básico que viria a se tornar seu maior problema: o que se propunha estava fora do alcance dos alunos, em especial daqueles das séries iniciais do Ensino Fundamental. O ensino passou a ter preocupações excessivas com formalizações, distanciando-se das questões práticas.

No Brasil, o movimento 'Matemática Moderna', veiculado principalmente pelos livros didáticos, teve grande influência durante longo período, só vindo a refluir a partir da constatação da inadequação de alguns de seus princípios básicos e das distorções e dos exageros ocorridos.

Em 1980, o NCTM, nos Estados Unidos, apresentou recomendações para o ensino de Matemática no documento "Uma Agenda para a Ação". Nele a resolução de problemas era destacada como foco do ensino da matemática para os anos 80. Também, a compreensão da relevância de aspectos sociais, antropológicos e lingüísticos, além dos cognitivos na aprendizagem da Matemática, imprimiu novos rumos às discussões curriculares.

Abordagem Atual do Currículo de Matemática:

Segundo os PCN (1998), entre os obstáculos que o Brasil tem enfrentado, em relação ao ensino de Matemática aponta-se a falta de uma formação profissional qualificada, as restrições ligadas às condições de trabalho, a ausência de políticas efetivas e as interpretações equivocadas de concepções pedagógicas.

Apesar dessa constatação, observa-se a existência de professores que, individualmente, ou, em pequenos grupos, têm tido iniciativa para buscar novos conhecimentos e assumido uma atitude de constante reflexão, o que os leva a desenvolver práticas pedagógicas mais eficientes para ensinar Matemática. No entanto, essas iniciativas ainda não conseguem atingir a maioria dos professores e, por isto, não chegam a alterar o quadro desfavorável que caracteriza o ensino de Matemática no Brasil. A formação dos professores, por exemplo, tanto a inicial quanto a continuada, pouco tem contribuído para qualificá-los para o exercício da docência. Não tendo oportunidades e condições para aprimorar sua formação e não dispondo de outros recursos para desenvolver as práticas da sala de aula, os professores apóiam-se quase que exclusivamente nos livros didáticos que, muitas vezes, são de qualidade insatisfatória.

Nem sempre são observadas as recomendações insistentemente feitas para que os conteúdos sejam veículos para a aprendizagem de idéias fundamentais e que devem ser selecionados levando-se em conta sua potencialidade, quer para instrumentação para a vida, quer para o desenvolvimento de formas de pensar.

Quanto à organização dos conteúdos, de modo geral se observa uma forma excessivamente hierarquizada de fazê-la. É uma organização dominada pela idéia de pré-requisito, cujo único critério é a estrutura lógica da Matemática. Nessa visão, a aprendizagem

ocorre como se os conteúdos se articulassem na forma de uma corrente, cada conteúdo sendo um pré-requisito para o que vai sucedê-lo.

O que se observa também em termos escolares é que muitas vezes os conteúdos matemáticos são tratados isoladamente e são apresentados e exauridos num único momento. Quando acontece de serem retomados, isso é feito apenas com a perspectiva de serem utilizados como ferramentas para a aprendizagem de novas noções. De modo geral, parece não se levar em conta que, para o aluno consolidar e ampliar um conceito, é fundamental que ele o veja em novas extensões, representações ou conexões com outros conceitos.

Segundo Kilpatrick (2000), durante todo o século XX, a comunidade matemática americana se deparou com a necessidade de investigar que matemática os estudantes deveriam aprender, por que eles deveriam aprendê-la e como a mesma deveria ser-lhes ensinada.

As metas de como treinar a capacidade intelectual do indivíduo, de como prepará-lo para o mercado de trabalho e torná-lo um cidadão informado, obtendo satisfação, auxiliando o país a competir e torná-lo confiante em sua habilidade, impulsionaram argumentos para incluir certos tópicos matemáticos no currículo, mantendo outros e, ainda, lançando fora ainda outros.

Dessa forma, observa-se que nenhum currículo pode ser concebido como definitivo, desde que este deve estar em constante transformação para atender às necessidades que possam surgir no ensino de Matemática que, por sua vez, também está em constante modificação.

Segundo a APM – 1990 (Associação de Professores de Matemática), o currículo deve ser significativo. O aluno tem que reconhecer valor naquilo que estuda no momento em que o estuda, para que a sua aprendizagem tenha maior probabilidade de ser bem sucedida.

Justificar para os estudantes que o estudo de tópicos matemáticos é importante, apenas a base de "pré-requisitos", seja para a matemática que ainda se vai estudar ou para a vida futura do estudante, pode fazer com que esta se torne estéril e desinteressante. Como já foi dito, "Um currículo é mais que uma coleção de atividades: ele deve ser coerente, concentrar-se na matemática importante e ser bem articulado através das séries".

Em um currículo coerente, as idéias matemáticas estão relacionadas entre si e constroem-se umas sobre as outras de modo que a compreensão e o conhecimento dos alunos aumentem e suas habilidades em aplicar a matemática se desenvolvam.

Para que o currículo seja de fato coerente, ele deve se organizar e integrar as idéias matemáticas de modo que os estudantes possam ver como elas se constroem ou se conectam umas às outras, para dar significado aos conteúdos matemáticos oferecidos aos estudantes.

Segundo os Standards (2000), as grandes idéias encontradas em uma grande variedade de contextos deveriam ser estabelecidas cuidadosamente, com elementos importantes como a terminologia, as definições, a notação, os conceitos e as habilidades que emergem no processo. Sequenciar as aulas coerentemente, através das unidades e dos anos escolares, é um desafio e os professores precisam ser capazes de se ajustar e de aproveitar as oportunidades de mudança em suas aulas em direções às vezes não previstas.

A Matemática ensinada, nos dias de hoje, se apresenta como um "armário" com gavetas onde, em cada gaveta, se guarda separadamente cada conteúdo matemático,

obstruindo a visão do aluno quanto às conexões que, efetivamente, os conteúdos matemáticos têm entre si.

Os currículos da matemática escolar deveriam se concentrar nos conteúdos e procedimentos que merecem o tempo e a atenção dos estudantes. Os tópicos matemáticos deveriam ser considerados importantes por diferentes razões: suas utilidades em desenvolver outras idéias matemáticas, ligar diferentes áreas da matemática ou aprofundar a visão de matemática como uma disciplina e como uma criação humana.

Segundo a APM (1990), mudar os conteúdos matemáticos de um currículo não significa mudar o ensino. Bons objetivos podem perigar se se mantiverem inalteradas as metodologias e as formas de avaliação, assim como qualquer mudança metodológica pode ser fortemente dificultada se os conteúdos não forem alterados. Isto não significa que basta mudar o currículo para que o ensino e a aprendizagem se modifiquem. Porém, qualquer proposta de renovação curricular, se não quiser desde logo ficar condenada ao insucesso, tem que contemplar de forma, equilibrada e articulada, o conjunto das componentes curriculares.

Segundo os Standards (2000), as idéias básicas como valor de posição, equivalência, proporcionalidade, função e taxa de variação deveriam ter um lugar em destaque no currículo matemático porque elas levam os estudantes a compreender outras idéias matemáticas e a conectá-las com diferentes áreas da matemática. Além disso, o currículo deveria oferecer experiências que permitissem aos estudantes verem que a matemática tem uma poderosa utilidade ao modelar e prever fenômenos do mundo real. Desta forma podemos observar a necessidade de que o professor saiba muita matemática e que, assim, possa levar seus alunos a fazer tais conexões.

Ainda, segundo a APM (1990), o Currículo deve ser equilibrado. A Matemática não será, certamente, "a Rainha das ciências", nem "a disciplina mais importante". Pontos de vista como estes contribuem para o desenvolvimento de "angústias" e de outras atitudes negativas ou "perigosas" face à Matemática. Ela é, ou pode ser, no entanto, uma disciplina importante, por seu valor cultural e pelo papel que tem desempenhado no desenvolvimento da Ciência, da cultura e de outros ramos da atividade humana.

Estas são algumas das razões porque se defende que "todos devem ter oportunidade de aprender matemática, o que não significa necessariamente que a matemática, a todo o momento, seja a mesma para todos".

Ainda, segundo os Standards (2000), a aprendizagem Matemática envolve acumular idéias e construir sucessivamente compreensões mais profundas e refinadas. Um currículo da matemática escolar deveria fornecer um mapa que ajudasse os professores a guiar os estudantes em níveis crescentes de sofisticação e de conhecimentos profundos. Tal guia requer um currículo bem articulado e tal que os professores, de cada nível, compreendam a matemática que tem sido estudada pelos estudantes no nível anterior e qual será o foco do nível seguinte.

Bibliografia:

APM - Associação de Professores de Matemática - Renovação do Currículo de Matemática, 3ª edição, Portugal, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental - Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC / SEF, 1998.

STANDARDS: Curriculum and evaluation standards for school mathematics. Working Groups of the Commission on Standards for School Mathematics of the National Council of Teachers of Mathematics, 1989.

STANDARDS: Principles and Standards for School Mathematics – National Council Of Teachers of Mathematics - NCTM, p. 14-16, 2000.

KILPATRICK, J.; Silver, Edward A.: Challenges for Mathematics Educators in the New Decades in: Unfinished Business, Learning Mathematics for a New Century, Yearbook - NCTM, Cap. 16, 2000.

Breve História do Movimento de Fusão que deu Origem à Disciplina Matemática.

Orientanda: Marilene Moussa Miranda
Orientador: Prof. Dr. Wagner Rodrigues Valente
PUC-SP

A criação da disciplina Matemática efetivamente, originou-se da reforma ocorrida no âmbito do Colégio Pedro II. Em 1928, a Congregação do Colégio Pedro II, apresentou uma proposta de alteração da seriação do curso Secundário, na qual se pensava em uma mudança radical para os programas do ensino de Matemática. Nessa proposta, estavam presentes todas as idéias modernizadoras, defendidas pelo Movimento Internacional para a Modernização do Ensino de Matemática.(Miorim, 1998).

Euclides Roxo, professor catedrático de Matemática dessa instituição e o maior responsável pela elaboração da proposta modernizadora brasileira, fez o seguinte discurso:

> *"Entre nós, até 1929, o ensino de Aritmética, o de Álgebra e o de Geometria eram feitos separadamente. O estudante prestava, pelo regime de preparatórios que vigorou até 1925, um exame distinto para cada uma daquelas disciplinas[...]. Em 1928, propusemos à Congregação do Colégio Pedro II a modificação dos programas de matemáticas, de acordo com a orientação do moderno movimento de reforma e conseqüente unificação do curso em uma disciplina única sob a denominação de Matemática".(Roxo, 1940, pp 73-74).*

Essa proposta foi homologada pelo Conselho Nacional do Ensino e transformada no Decreto nº 18564, de 15 de janeiro de 1929. Representou um elemento decisivo para a introdução do ensino moderno em todas as escolas secundárias brasileiras. Esse fato, só se deu com a reforma que Francisco Campos apresentaria para a Escola Secundária, inicialmente, por meio do Decreto nº 19890, de 18 de abril de 1931, depois consolidada pelo Decreto nº 21241, de 4 de abril de 1932, a qual foi a primeira tentativa de estruturar todo o curso secundário nacional.(Miorim, 1998).

Foi por meio dessa reforma que ficaram estabelecidos "definitivamente o currículo seriado, a freqüência obrigatória, dois ciclos, um fundamental e outro complementar, e a exigência de habilitação neles para o ingresso no ensino superior" na educação secundária brasileira (Romanelli, 1990, p135). Nessa reforma, as disciplinas matemáticas apareciam englobadas sob o título de Matemática. Francisco Campos, acatou, em sua reforma para o ensino secundário, todas as idéias modernizadoras presentes na proposta da Congregação do Colégio Pedro II, na parte relativa ao ensino de Matemática.

Francisco Luís da Silva Campos, natural de Dores do Indaiá, município de Minas Gerais, era formado na Faculdade Livre de Direito de Belo Horizonte. Além de exercer a advocacia, ocupou, vários cargos públicos, como: professor concursado de Direito Público Constitucional da faculdade onde se formou, Deputado Federal por Minas Gerais, no período de 1921-1926, Secretário do Interior de Minas Gerais (1926-1930), Ministro da Educação e Cultura (1930-1932), Consultor Geral da República (1933-1937) e finalmente, Ministro da Justiça (1937-1941).

Getúlio Vargas não o escolheu para o cargo de Ministro da Educação e Saúde somente pela sua naturalidade(Minas Gerais), mas, pela sua atuação como Secretário do Interior do governo de Antônio Carlos, em Minas Gerais. A sua secretaria possuía, como uma de suas atribuições, os assuntos referentes ao setor educacional. Francisco Campos, então, com a colaboração de Mário Casasanta, Inspetor Geral da Instrução em Minas Gerais, foi protagonista de uma importante reforma no sistema de Educação Mineiro. Ele traçou um plano de reforma do ensino, do qual resultou a criação da Escola de Aperfeiçoamento, destinada a formar e reciclar educadores na linha da "Escola Nova". O número de escolas primárias foi triplicado entre 1926 e 1929, e 19 escolas normais foram fundadas, além de permitir que mestras mineiras fossem estagiar nos Estados Unidos como bolsistas e contratar professores na Suíça, França e Bélgica.(Rocha, 2000).

A experiência de Francisco Campos, no setor educacional "...permitiu que no ano seguinte(ao de sua posse no Ministério da Educação e Saúde), se baixassem os atos legislativos de organização do ensino secundário, do comercial e do superior"(Valnir Chagas, p.46). Esse conjunto de atos, ficou conhecido, como "Reforma Francisco Campos".

Foi necessário um golpe de estado para que fosse implementada, pela primeira vez no Brasil, uma política nacional de educação. Segundo Maria Célia Marcondes de Moraes, "pela primeira vez uma reforma atingia vários níveis de ensino e era imposta a todo território nacional, além é claro, de fornecer uma estrutura orgânica ao ensino secundário, comercial e superior". As reformas anteriores, limitavam-se quando muito ao Distrito Federal, especificamente ao Colégio Pedro II, considerado modelo para o país inteiro.

Francisco Campos, faz um diagnóstico detalhado da situação em que se encontrava o curso secundário, demonstrando que a sua finalidade deveria ser muito mais ampla do que aquela que lhe era então atribuída:

"Via de regra, o ensino secundário tem sido considerado entre nós como um simples instrumento de preparação dos candidatos ao ensino superior (...) O curso superior, como exclusiva finalidade do ensino secundário, acabou por transformá-lo em mero curso de passagem, tendo como objetivo próximo, os exames (...) teve como resultado a deplorável situação, reduzida ao esqueleto das provas finais, estas mesmo desmoralizadas por uma prática desonesta, cujos vícios, ao invés de convalescer com o tempo e as denúncias e acusações que contra eles se repetem, cada dia com maior freqüência e em tom de crescente veemência, se agravam com a sua reiteração, ameaçando subverter, já não digo o edifício, porque deste já restam apenas ruínas, mas as próprias ruínas da construção em estado de desabamento".

Esse tipo de crítica era comum entre os educadores que se preocupavam com o ensino secundário, entre eles, o próprio Euclides Roxo.

A finalidade, de Francisco Campos, era estabelecer ao ensino secundário,

"um caráter educativo,(...) a formação do homem para todos os grandes setores da atividade nacional, construindo no seu espírito todo um sistema de hábitos, atitudes e comportamentos que o habilitem a viver por si mesmo e a tomar em qualquer situação as decisões mais convenientes e mais seguras".

Cabe ressaltar, que no ciclo fundamental, a matemática passa a ser ministrada em todas as séries, o que normalmente não ocorria, já que matemática era ensinada aos alunos até a quarta série, à exceção dos que queriam obter o diploma de bacharel e prestar exames

para as Escolas Militares ou Politécnica, que cursavam matemática no sexto ano. As instruções metodológicas deixam bem claro, que a matemática deveria visar, além do desenvolvimento do espírito e do raciocínio lógico, também ao de outras aptidões ligadas às suas aplicações (Rocha, 2000).

Estavam presentes, nas instruções pedagógicas, todas as idéias defendidas por Euclides Roxo em relação ao movimento de renovação do ensino de matemática:

Predominância do ponto de vista psicológico;

Dependência da escolha da matéria a ensinar em relação ao conjunto das demais disciplinas;

Subordinação da finalidade do ensino às diretrizes culturais da época;

Ensino dos três ramos da matemática, aritmética, álgebra e geometria, de maneira integrada;

Conceito de função como fator de integração entre as partes da matemática;

O ensino de função, com o objetivo de embasamento do aluno, a fim de permitir a introdução do cálculo diferencial na última série do curso fundamenta;

Utilização da história da matemática como auxílio ao ensino da matemática;

Após a apresentação dos objetivos, as instruções pedagógicas passam a fornecer orientações, separadamente para cada ramo dessa disciplina: Aritmética, Álgebra e Geometria. Nas orientações foi enfatizada:

> *"...a necessidade de os conceitos serem inicialmente trabalhados de maneira intuitiva e experimental, sem preocupação com o formalismo, de serem apresentados de forma gradativa, dos mais fáceis aos mais complexos, e de serem compreendidos pelos alunos, evitando mecanização de processos e cálculos excessivos e desnecessários"(Miorim, p.96).*

> *A "modernização" proposta naquele momento, entretanto, estava ligada a uma "moderna matemática", que surgiu no momento em que um novo contexto sócio-político-econômico começou a exigir "um estudo mais rigoroso do movimento, um estudo quantitativo, que permitisse medir e prever" (Caraça, 1978, p.199).*

O Primeiro Movimento Internacional para a Modernização do Ensino de Matemática, ocorrido nos primeiros anos de nosso século, tinha como um de seus objetivos a diminuição do descompasso existente entre os estudos científicos e tecnológicos e o ensino de Matemática desenvolvido nas escolas secundárias, as quais davam acesso à universidade (Miorim, 1998).

O maior defensor da modernização, Felix Klein, se manifestou sobre a descontinuidade, da seguinte forma:

> *"Essa [...] descontinuidade não tem trazido vantagens nem para a escola nem para a universidade; por isso, agora é feito um grande esforço para elimina-la completamente, procurando, de um lado, embeber, por assim dizer, o ensino das escolas com as idéias ajustadas ao moderno desenvolvimento da ciência e da cultura geral, e tendo em conta, de outra parte, as necessidades dos professores do ensino universitário. (Klein, 1927, v1,p1-2).*

Sabe-se ainda que o modelo utilizado pela reforma, no Colégio Pedro II, foi inspirado em propostas do ensino de Matemática, nos Estados Unidos.

Em particular, Euclides Roxo, seu mentor, utiliza-se inclusive de livros didáticos americanos, para sua implantação.

> *...ele não fazia senão adotar uma orientação que já se conhecia e aplicava na Alemanha, há cerca de 30 anos, desde o começo deste século. As novas idéias se divulgaram rapidamente pelos diversos países europeus. A Inglaterra, a Itália, os Estados Unidos e até a França, tomaram parte ativa no movimento.(Nivaldo Reis, p.62).*

A tônica principal das modificações contidas na Reforma do Ensino de Matemática em 1929 é a fusão da Aritmética, Álgebra, Geometria.

Bibliografia

DASSIE, B. A. A matemática do curso secundário na Reforma Gustavo Capanema. Dissertação. Mestrado em Educação Matemática. Puc-RJ. 2001.

MIORIM, M. A. Introdução à História da Educação Matemática. Ed. Atual. São Paulo, 1998.

NAGLE, J. Educação e Sociedade na Primeira República. São Paulo: EPU; Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1974, 1976 reimpressão.

PROCHASSON, C. "Arquivos privados e Renovação das Práticas Historiográficas." Trad. por Dora Rocha. Estudos Históricos, Rio de Janeiro, n. 21, p. 105-109, 1998.

ROCHA, J.L A Matemática do Curso Secundário na Reforma Francisco Campos – Dissertação. Mestrado Departamento de Matemática. Puc-RJ. 2001

ROXO, E.M.G. Dispositivos de alcance altamente espiritual e humano. Jornal A Noite 10 de abril de 1942.

ROXO, Euclides M.G. O ensino da Matemática na Escola Secundária. Jornal do Commercio, 1931.

VALENTE, W. R. Euclides Roxo e o movimento de modernização internacional da matemática escolar. (no prelo)

VALENTE, W. Uma história da Matemática Escolar no Brasil 1730-1930. São Paulo: AnnaBlume, 1999.

VIEIRA, A. O Problema do Ensino Secundário. São Paulo. Livraria Teixeira, 1936.

As Concepções do Professor de Matemática: Relações Entre Prática Docente e Profissionalização

Marisa Rezende Bernardes
Antonio Vicente Marafioti Garnica
Universidade Estadual Paulista

Profissão Docente: Como Falar A Respeito

"Ocupações" é termo que, historicamente, tem dado ao senso comum uma noção para atribuição de significado às palavras "profissão" e "profissionalismo". As ocupações têm definido papéis sociais ao constituir, como guardiães de seu ofício, de seu ethos, de sua qualidade e identidade, os próprios profissionais, suas corporações e suas organizações representativas. Porém, as diversas ocupações têm estado à mercê da influência da economia liberalizada (desregulamentada e privatizada, em vias de mundialização), ao assumir como dogma de fé a formação de seus membros como um processo contínuo de aprendizagem. Estes processos formadores induzem a transformações e mudanças organizacionais com efeitos apreciáveis na construção ou evolução das identidades individuais e coletivas. A perspectiva do profissional "sempre inconcluso" parece estar sendo praticada, no âmbito da Educação, não com o intuito de carrear benefícios provenientes da formação (que por serem demais evidentes são inquestionáveis) mas na promoção de um certo tipo de eugenismo formativo e laboral. Leis e pareceres têm buscado alterar, com listagens sempre mais atualizadas, de atribuições e incumbências, um ofício definido historicamente, com similar em todas as culturas e em todas as instâncias educativas, ignorando um lastro já existente de competências, saberes e valores acumulados.

Justificando A Opção por uma Vertente: Conhecimento Profissional e Relações com o Poder

Uma aproximação da compreensão dos significados dos termos "profissão", "profissional" e "profissionalismo", historicamente, tem sido empreendida através das ações de médicos e advogados, tidos como grupos altamente formados, competentes, especializados e dedicados que correspondem efetiva e eficientemente à confiança pública. Porém Johnson, observa FREIDSON (1998), ao definir profissão, deu ênfase ao papel do poder no estabelecimento e manutenção do controle ao trabalho e a partir desta obra, tanto os defensores da teoria marxista quanto os da teoria relativa ao liberalismo econômico, que sob outros aspectos são mutuamente hostis, concordam quanto à crítica ao prestígio social e ao privilégio das profissões. Mesmo críticos mais moderados consideram o papel do poder como determinante na avaliação atual do profissionalismo, mediante os altos custos que representam os serviços de saúde, assistência jurídica, bem-estar social, educação e outros serviços profissionais em todas as democracias capitalistas. As políticas financeiras e administrativas que estão sendo empreendidas tanto pelas companhias privadas quanto pelo Estado, em quase todas as nações industriais, têm implicado mudanças importantes nas profissões. Desta forma, a literatura especializada mais recente concentrou-se na influência política das profissões, na relação das profissões com elites econômicas e políticas e com o Estado e na relação das profissões com o mercado e o sistema de classes; ou seja, tem apontado para a inexistência de uma forma histórica única e invariável ao definir profissão (e correlatas) e para a

necessidade de desvendar a influência do conhecimento profissional tanto na política social quanto na vida normal cotidiana.

Para discutir essas idéias com mais detalhamento, foi organizado esse trabalho de pesquisa apresentando um panorama sobre o tema "profissão", seus termos e conceitos afins, a partir de levantamento bibliográfico, discutindo a dificuldade de aprisionar a pluralidade de perspectivas em definições estáticas; um breve panorama do tema restrito à profissão docente, do que terminamos por configurar um tópico no qual apresentamos um exercício filosófico sobre o sujeito moderno, posto que a "consciência" desse sujeito estará implicada tanto nas decisões do profissional em sua atividade quanto nas decorrências dessas decisões. Ao tema "sujeito moderno" vinculam-se, necessariamente, temas próximos como individualidade e subjetividade. Com isso, iniciamos a aproximação — que se mostrará essencial neste nosso trabalho — dessas nossas discussões anteriores com o conceito de "verdade" (e temas decorrentes como "economia política", "regimes de verdade", "controle") como apresentado nos trabalhos de Michel Foucault.

Conversando Sobre A Pesquisa

As leituras das obras de Darwin, Marx e Foucault, no decorrer do século XX, como observa GHIRALDELLI Jr (2001), induziram à suspeita em relação à verdade dependente da noção de sujeito moderno ao desmascará-la como sendo uma ficção produzida pelo jogo do poder. Esta suspeita induz a outras formas de olhar oferecidas por autores como Peirce e Foucault para os quais tanto a verdade quanto a teoria são provisórias, dependentes de um estado de pesquisa que aceita seus limites, seu inacabado, sua parcialidade, formulando conceitos que clarificam os dados —organizando-os, explicando suas inter-relações, desenvolvendo implicações. mas sempre revistos, reformulados, substituídos a partir do enfrentamento com novas situações. E sob essa ótica que se optou por tratar a questão do poder em sua relação com a produção de saberes, face à possibilidade da existência de um racismo dinâmico, um racismo da expansão; a busca da garantia para si, por parte das classes dominantes, da condição de condutores das massas através de uma preparação educacional privilegiada que, no entanto, através de seus deslocamentos sucessivos e em suas transposições, tem gerado efeitos de classe específicos. Essa leitura, como será defendido, está radicada na análise feita por Foucault em sua História da Sexualidade.

Detalhando essa leitura sobre a possibilidade de aproximar as questões relativas à profissão docente — tema central deste trabalho — e as análises foucaultianas tentaremos a seguir esboçar mais claramente como entendemos essa aproximação; e, reunir, a partir de um levantamento histórico-crítico sobre a escola brasileira (incluindo aspectos da legislação vigente), argumentos sobre a vinculação visceral entre poder e saber, com o que terminamos por esclarecer nossa hipótese sobre a natureza provisória das teorias.

Esboçando Uma Teoria

ZARAGOZA (1999), ao analisar as causas atuais do que denomina "mal estar docente", comenta a necessidade de redefinir, junto à sociedade, o papel dos professores diante das mudanças inegáveis que têm ocorrido no cenário no qual atuam, ou seja, as relações sociais atuais. No seu entender não existe sentido manter em um ensino massificado

os objetivos de um sistema projetado para um ensino de elite. Esta observação desperta atenção ao ser confrontada com a suspeita, suscitada pela análise em FOUCAULT (1988), da existência de dispositivos, nos mecanismos de repressão, que, ao serem apregoados, podem ser entendidos erroneamente como meio de controle econômico e de sujeição de classe; e, no entanto, visam à auto afirmação de uma classe e não à sujeição de outra.

O dispositivo da sexualidade não foi, ao que parece, um princípio de limitação do prazer, de repressão, das classes subordinadas, alerta FOUCAULT (1988). Ao estabelecer, em primeira instância, em si mesma, uma nova distribuição dos prazeres, dos discursos, a burguesia implantou um agenciamento político da vida, que se constituiu não através da submissão do outro, mas numa afirmação de si mesma. Este dispositivo parece ter sido uma forma da burguesia transpor os procedimentos utilizados pela nobreza (classe dominante anterior) para marcar e manter sua distinção de casta. Ao cuidar de sua descendência e da saúde do seu organismo, contrapôs a demarcação anterior na forma do sangue, isto é, da antigüidade das descendências.

Assim como o dispositivo de sexualidade pode ter sido um procedimento para garantir diferença e hegemonia à burguesia, o mesmo pode ter ocorrido em relação à Educação. Para que a saúde, o sexo e a reprodução do proletariado constituíssem problemas foram necessários conflitos (especialmente com relação ao espaço urbano, coabitação, epidemias, prostituição e doenças venéreas); foram necessárias urgências de natureza econômica (desenvolvimento da indústria pesada com a necessidade de mão de obra estável e competente; necessidade de controlar o fluxo da população e de obter regulações demográficas) aponta FOUCAULT (1988).

BARBOSA (1992) ao apresentar a trajetória do ensino da Matemática na escola brasileira, do Brasil-Colônia até o início da década de 1990, fez uma incursão pelo quadro institucional escolar brasileiro investigando as variações da legislação que o rege e o reflexo da mesma nas grades curriculares. Em CUNHA (1981) (embora a análise da educação tenha sido desenvolvida com ênfase apenas segundo o viés de uma possível discriminação social), o levantamento da legislação é mais detalhado por ser focado apenas no período que abrange o Estado Novo (1937 –1945) até a década de 1970. A leitura destes levantamentos permite identificar a preocupação histórica com a formação, a educação, de membros das classes privilegiadas, na própria Legislação, nos próprios termos fixados pelo Estado, e não em textos cujos autores possam ser contestados. A possibilidade de leitura talvez seja a mesma aventada por FOUCAULT (1988) em relação ao dispositivo da sexualidade: um possível racismo dinâmico, um racismo da expansão, a busca da garantia para si, por parte das classes dominantes, da força, da perenidade, da proliferação secular do corpo através da organização de um dispositivo de sexualidade e da condição de condutores das massas através de uma preparação educacional privilegiada.

As influências internas e externas como as decorrentes das Grandes Guerras e a crise do café brasileiro relacionada ao crack da Bolsa de Nova York (1929), observa BARBOSA (1992), propiciou com o surto industrial, à medida em que o trabalho fabril tornava-se mais complexo, a necessidade de trabalhadores alfabetizados e que dominassem as operações aritméticas mais elementares. Não por acaso, a universalização da educação escolar e a possibilidade de acesso à Escola, para a maioria da população, iniciou-se com a Constituição de 1946 que determinava que o ensino primário, de quatro anos de duração, era obrigatório a todos. Montou-se, também a esta época, um tipo especial de escola secundária com o objetivo de qualificação para os quadros médios no trabalho industrial. No entanto, as escolas

secundárias freqüentadas por jovens da classe dominante e das camadas médias, constata CUNHA(1981), continuavam com currículos centrados nos estudos literários, base para o ingresso nos cursos superiores.

No decorrer do século XIX, observa FOUCAULT (1988), ocorreu uma generalização do dispositivo da sexualidade, a partir de um foco hegemônico. Porém esta generalização não implicou universalidade da sexualidade. Com o intuito de suavizar a intensidade dos mecanismos ou diferenciá-los, utilizou-se a psicanálise como técnica para aliviar os efeitos da repressão sexual neste dispositivo. Da analogia feita entre a análise de FOUCAULT (1988), da organização de um dispositivo da sexualidade pela burguesia, e os processos, aos quais a educação nacional foi submetida, instaura-se a desconfiança sobre a existência de um jogo diferencial de interdições, em ambas as situações, que induz a efeitos de classe específicos: a psicanálise como técnica utilizada para aliviar os efeitos da repressão sexual no dispositivo da sexualidade e o acesso limitado ao ensino superior (mais recentemente, aos programas de pós-graduação), na Educação, como elemento diferenciado diante do acesso aparentemente facilitado, a todos, à escola. Este acesso à escola também não significou igualdade de condições na forma como o saber é aplicado, distribuído, repartido e de certo modo atribuído.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 1961, confirmou a obrigatoriedade do ensino primário da Constituição de 1946, constata CUNHA(1981) e posteriormente, a Lei n.° 5.692/71 estendeu o período de obrigatoriedade e gratuidade escolar, garantida pelo governo, para oito anos ao especificar a ligação entre idade e grau de ensino. Ou seja, assim como no dispositivo da sexualidade a generalização significou a higienização das classes menos favorecidas visando o controle das epidemias que atingiam os membros da classe burguesa, o mesmo pode ter ocorrido na educação: a educação fundamental é um bom antídoto contra a barbárie, constata KUENZER (1999).

Na Educação, não há necessidade de avaliar o mérito da apregoada diferença de qualidade do processo ensino-aprendizagem em escolas particulares para afirmar que sempre existiu a possibilidade de diferenciação: seja pelo acesso inicial restrito ao ensino médio (ou sucesso em razão da posterior diferenciação de currículos), seja pela contenção da demanda no ensino superior (graduação) que se alia, atualmente, ao papel desempenhado pelo ensino de pós-graduação.

Poder Sobre a Vida

Uma das conseqüências da utilização do dispositivo da sexualidade foi o desenvolvimento de um elemento que se tornou indispensável para o desenvolvimento do capitalismo, um poder sobre a vida, intitulado por FOUCAULT (1988:130) de "bio-poder": "/.../ é sobre a vida e ao longo de todo o seu desenrolar que o poder estabelece seus pontos de fixação". Concretamente, esse poder sobre a vida desenvolveu-se em duas formas principais, dois pólos de desenvolvimento interligados por um feixe de relações. Um dos pólos centrou-se no corpo como máquina, na sua disciplina, no seu adestramento, na ampliação de suas aptidões, na extorsão de suas forças, no crescimento paralelo de sua utilidade e docilidade, na sua integração em sistemas de controle eficazes e econômicos. O segundo pólo, constituído posteriormente, visou às regulações da população, centrou-se no corpo-espécie: a proliferação, os nascimentos e a mortalidade, o nível de saúde, a duração da vida, a longevidade, a saúde pública, habitação e migração. A articulação desta tecnologia de duas faces, na forma de agentes concretos "/.../ foi nada menos do que a entrada da vida na história – isto é, a entrada

dos fenômenos próprios à vida da espécie humana na ordem do saber e do poder – no campo das técnicas políticas" FOUCAULT (1988: 133). Nas grandes lutas que põem em questão o sistema geral de poder, o que é reivindicado e serve de objetivo é a vida, entendida como as necessidades fundamentais, a essência concreta do homem, a realização de suas virtualidades, a plenitude do possível.

O efeito histórico desta tecnologia de poder é uma sociedade normatizadora, cujas instituições integram-se cada vez mais, tendo como justificativa o cuidado com a vida. A imprensa, escrita e falada, propicia condições para legitimar esta integração. Em CAFARDO (2000 a) foi divulgado o levantamento efetuado pela Secretaria de Estado da Educação (São Paulo) com o objetivo de avaliar o plano de segurança implantado nas escolas da rede pública. No entender do secretário Gabriel Chalita (apud CAFARDO, 2000 a:C4), a efetiva diminuição nos índices de violência nas escolas tem relação com a capacitação dos profissionais docentes, que teve início em maio deste ano: "'A mudança ocorre rapidamente porque é uma mudança de postura'", conclui o secretário. No decorrer da reportagem é comentado que a Secretaria instalou em cerca de mil e quinhentas, das duas mil escolas do Estado, câmeras de vídeo com a finalidade de monitorar a atividade dos estudantes. Mas a conclusão, o fecho da reportagem, é a fala do secretário: "'É com educação mais afetiva, mais próxima do aluno e com a participação da comunidade que a escola vai ficar ainda mais segura' " Gabriel Chalita (apud CAFARDO, 2000 a: C4). Ou seja, o fato do poder encarregar-se da vida lhe dá acesso ao corpo: a segurança nas escolas visa à manutenção da vida e as instituições (escola, família, comunidade de bairro, polícia) são conclamadas a colaborar nesta tarefa. Mais que isto: são chamadas a legitimar a instalação das câmeras que possibilitam a disciplina do corpo. FOUCAULT (1988: 130) observa que "são mortos legitimamente aqueles que constituem uma espécie de perigo biológico para os outros". Portanto é compreensível que as instituições reconheçam e legitimem ações contra os que representam perigo de vida para outros colegas, professores e funcionários. A capacitação dos docentes que teve início em maio, que consistiu de palestras com pessoas não ligadas ao meio escolar (como o empresário Antonio Ermínio de Moraes, Viviane Senna entre outros) possibilitaram a rápida "mudança de postura" e a rápida queda dos índices de violência (grifos meus). O discurso oficial, ao fazer apologia ao atual preparo dos professores, não só atribui ao despreparo profissional anterior a responsabilidade pelos problemas de violência nas escolas como tende a obscurecer que o uso das câmeras monitoram, vigiam professores, alunos e funcionários. Versão moderna do Panóptico de Bentham, no qual os corpos são induzidos a um estado consciente e permanente de visibilidade que assegura o funcionamento automático do poder. O poder visível (mas inverificável) monitora, escamoteia as razões de quem opta pela violência física como única forma de ser notado e, principalmente, dá rosto a quem é responsável pela violência instalada na escola pública: o despreparo, sempre o despreparo dos professores.

Concepções dos Professores de Matemática: Justificativa para uma Metodologia

A partir desta tentativa teórica de vinculação entre poder e saber, consideramos importante que se compreenda o desenvolvimento do professor para que o objeto desta ocupação, a Educação, seja analisada e empreendida de forma mais adequada. Necessitamos saber mais sobre as prioridades dos professores: em suma, precisamos saber mais sobre as vidas dos professores. A opção pela História Oral como metodologia de pesquisa torna-se, assim, uma possibilidade coerente.

Bibliografia

BARBOSA, Daniel de Freitas. O Ensino de Matemática no 1° e 2° Graus: o quadro institucional e a relação professor-aluno em sala de aula. São Paulo, 1992. Tese (Doutorado em Psicologia da Educação)- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.

BRASIL Lei de Diretrizes e Bases (1996). Lei n° 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 20 dez. 1996. Disponível em: < http://www.mec.gov.br > Acesso em: 23 jul. 2002.

CAFARDO, Renata. Violência nas escolas caiu 57,2 %, segundo pesquisa. O Estado de São Paulo, São Paulo, 30 de jul. de 2002. Cidades, p. C4.

CAFARDO, Renata. Aulas nas escolas estaduais terão novo enfoque. O Estado de São Paulo, São Paulo, 6 maio de 2002b.

CUNHA, Luiz Antonio. Educação e Desenvolvimento Social no Brasil. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1981.

FOUCAUL, Michel. História da Sexualidade I. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1988.

FREIDSON, Eliot. Renascimento do Profissionalismo: Teoria, Profecia e Política. São Paulo: Edusp, 1998.

GHIRALDELLI Júnior, Paulo. Neopragmatismo, Escola de Frankfurt e Marxismo. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

KUENZER, Acácia Zeneida. As políticas de formação: a constituição da identidade do professor sobrante. Educação & Sociedade, ano XX, n. 66, p. 163-183, dez. 1999.

ZARAGOZA, José Manuel Esteves. O mal- estar docente: a sala-de-aula e a saúde dos professores. Bauru: EDUSC, 1999.

Discussão de um Programa Mínimo de Ensino de Matemática para os Professores das Séries Iniciais do Ensino Fundamental

Marlstela Gonçalves Gomes
Prof. Dr. Méricles Tadeu Moretti
Universidade Federal de Santa Catarina

Justificativa

Pesquisas que mostram ser pequena a contribuição da educação escolar, para a formação matemática, desafiam-nos a olhar com mais atenção para a educação matemática oferecida nos cursos que formam professores para o ensino fundamental.

A formação matemática dos professores que irão atuar no ensino fundamental situa-se, ainda, em uma área de silêncio. Desse quadro destacam-se três evidências silenciadas:

– os futuros professores recebem lições de como ensinar as quatro operações fundamentais. A ênfase nos aspectos didáticos, não alcança o significado do "fazer matemática";

– as oportunidades oferecidas para o desenvolvimento do "senso matemático" dos futuros professores são bem limitadas. Eles têm poucas oportunidades para se distanciarem daquilo que Paulos (1994) denomina "analfabetismo matemático";

– a iniciação à matemática conduzida por profissionais assim formados, com severas lacunas conceituais, implica prejuízos às crianças. Um dos males mais sensíveis é reduzir a matemática ao ofício de fazer "continhas" e de escrever seqüências numéricas.

Essa situação impõe o compromisso da investigação voltada para a identificação de intervenções pedagógicas que permitam aos futuros professores a aquisição de conceitos matemáticos fundamentais. Pois, a formação do professor não pode prescindir dos conhecimentos específicos básicos da área em que ele pretende lecionar.

Problema De Pesquisa

A origem deste projeto está em pesquisas que apontam para a existência de severas lacunas na formação matemática de professores e, também, para a insuficiente contribuição da escola nesse sentido.

Paulos (1994) alerta que o analfabetismo matemático, definido por ele como incapacidade de lidar confortavelmente com as noções fundamentais de número e de probabilidade, atormenta uma grande quantidade de cidadãos esclarecidos sob outros aspectos.

Gomes & Ruiz (2001), no livro Competência matemática e tempo de escolaridade: uma relação inexistente, mostram que o tempo de escolaridade não se constitui em bom preditor para se avaliar o "senso matemático" de uma pessoa. Ou seja, que a presença do analfabetismo matemático parece independer do nível de escolaridade.

Estamos usando a expressão "senso matemático" como a competência de natureza intelectual que nos lembra Gauss dizendo que o matemático precisa mais de noções do que de

notações. Uma forma de pensamento marcada, por exemplo, pela competência para avaliar a razoabilidade das respostas alcançadas e, também, por um bom domínio para a resolução de problemas que envolvam, em situações não-escolares, as idéias de probabilidades, arranjos, proporcionalidade, área...

Nesse mesmo quadro de preocupações, Lovell (1988, p.127), ao identificar caminhos para uma melhoria da aprendizagem matemática nas escolas, fala que se pode esperar um entendimento melhor dos conceitos matemáticos à medida que melhoram os conhecimentos matemáticos de nossos professores.

Para a leitura de um mundo desarrumado e povoado de tramas, por exemplo: trapaças em jogos, dúbias argumentações estatísticas, convidativas "correntes", preço justo de uma pizza média... as "estruturas multiplicativas" analisadas por Vergnaud (1990) constituem-se ferramentas cognitivas fundamentais.

Ao situar o conhecimento matemático do professor como objeto de atenção, temos que lembrar que cabe à escola fundamental a incumbência da iniciação matemática dos pequenos aprendizes. Por isso, a melhoria de nosso "senso matemático" está ligada ao enriquecimento da formação matemática dos professores da educação fundamental.

Essa situação nos conduz ao seguinte problema: Uma intervenção pedagógica, comprometida com a Educação Matemática em cursos de formação de professores para o ensino fundamental, permitiria aos seus alunos a aquisição de conceitos matemáticos que envolvem estruturas multiplicativas (fração, proporção, probabilidades, contagem etc)?

Objetivos

Identificar formas de intervenção pedagógica em cursos de formação de professores para o ensino fundamental que permitam aos seus alunos a aquisição de conceitos matemáticos que envolvem estruturas multiplicativas (fração, proporção, etc).

Avaliar o nível de compreensão dos conceitos matemáticos nos futuros professores.

Identificar procedimentos pedagógicos que favoreçam a aquisição dos conceitos matemáticos.

Referencial Teórico

A formação do professor tem merecido renovadas críticas, deficiências das mais variadas são identificadas. Nóvoa (1996) argumenta que um dos primeiros problemas enfrentados diz respeito à identidade dos especialistas nas chamadas ciências da educação. Como este deve considerar-se? Um cientista da educação? Um educador? Um historiador sociológico da educação? 1/3 matemático, 1/3 artista e 1/3 historiador? Pedagogo? Professor? Talvez a melhor resposta seja professor. Mas se aparece alguém mais curioso e pergunta 'professor de que'? Então tudo recomeça. (p.73)

De certo modo, este problema faz surgir a concepção de que nas ciências da educação se encontram os piores profissionais, já que muitas vezes, esta é uma escolha de segunda opção, uma profissão-refúgio, como definiu Nóvoa (1996). Ou, como definem Gimeno

Sacristán (1995) e Imbernón (1994) uma semiprofissão se compararmos com outras profissões liberais (tendo como referência uma análise sociológica).

Considerando os escritos de Nóvoa (1996) podemos afirmar que o que se tem visto é que a formação docente está pautada num esquema bastante ingênuo: fornecer uma habilidade para aplicação prática. Assim, muito longe de oferecerem soluções, apresentam mais questões, mais dúvidas.

Se considerarmos o professor como sendo aquele profissional que tenha adquirido uma formação científica especializada, é preciso mudar completamente os cursos de formação, já que a visão dicotômica da relação educação geral – educação específica, continua fundamentando estes cursos manifestando-se como um conjunto de regras ou normas oficiais, num verdadeiro ritual.

Carvalho e Perez (2000) salientam que quando solicitamos dos professores que opinem sobre o que os professores de Ciências devem conhecer no sentido de desempenharem sua função da melhor maneira e serem capazes de resolver os problemas com que se deparam de maneira satisfatória, as respostas geralmente são pobres e não incluem muitos dos conhecimentos que as pesquisas apontam como sendo fundamentais.

Isso decorre da pouca familiaridade ou total ausência de acesso às pesquisas que têm sido desenvolvidas e, além disso, da concepção simplista de educação, para o qual basta o domínio do conteúdo e de alguma experiência didática. Assim, além de demonstrar a carência de formação adequada, mostram-se inconscientes das insuficiências.

Espinet (apud Carvalho e Perez, 2000, p.21) demonstra compartilhar essa idéia ao afirmar que ... a falta de conhecimentos científicos constitui a principal dificuldade para que os professores afetados se envolvam em atividades inovadoras.

Nóvoa (1994) salienta que o problema é ainda maior, pois a falta de conhecimento científico está ligada à falta de pesquisas que utilizem como base, a prática, os saberes da experiência dos professores em exercício, o que contribui para a reprodução de práticas pré-existentes, inibindo a capacidade criadora e, conseqüentemente, o trabalho autônomo:

Os saberes da experiência nunca foram objeto de um trabalho de elaboração conceitual, o que tem excluído os professores dos locais de produção científica. Os professores têm sido sempre dependentes dos saberes produzidos por outros grupos e em outros espaços sociais, o que torna quimérica toda ilusão de uma afirmação autônoma de sua profissão. i Nóvoa (1994, p.37)

Piaget (1978a, p. 176) nos alerta que o saber fazer implica em compreender em uma ação uma dada situação em grau suficiente para atingir os fins propostos e compreender significa conseguir dominar em pensamento, as mesmas situações até poder resolver os problemas levantados em relação ao porquê e ao como das ligações constatadas e, por outro lado, utilizadas na ação. Portanto, o saber da experiência não pode ser concebido apenas como sendo a reprodução de práticas vividas/vivenciadas, sem reflexão. E mais, resolver problemas exige conhecimento e domínio de teoria e de pesquisas relevantes que tem sido realizadas acerca do desenvolvimento e da aprendizagem.

De acordo com Carvalho e Perez (op. cit., p. 21): Todos os trabalhos investigativos existentes mostram a gravidade de uma carência de conhecimentos da matéria, o que transforma o professor em um transmissor mecânico de conteúdos do livro texto.

No caso específico da matemática, a situação demonstra ser ainda pior. Tanto que são inúmeras as críticas em relação à formação de professores. Muitos autores da área, tais como Ubiratan D'Ambrósio (1996), Santos et alii (1997), Soares (1997), entre outros, consideram-na inadequada.

Segundo Ubiratan D'Ambrósio (1996, p.30), é preciso que os cursos de formação de professores percebam que é possível organizar um novo currículo, baseado em coisas modernas, já que necessitamos de matemática de hoje. E, mais que isso, a sociedade moderna não será operacional com um instrumental intelectual obsoleto.

Bertoni (1995) ressalta a importância de se investir na formação de professores, para que seja possível a formação de homens que pensam, que raciocinam e não a formação de homens que calculam ou aplicam fórmulas. Esta formação deve implicar uma concepção de Educação Matemática mais abrangente.

Esta concepção, segundo a autora, conduz a três componentes básicos na formação de professores, que são: conhecimento em conteúdos específicos, conhecimento em conteúdos de Educação Matemática e conhecimentos em conteúdos de áreas que contribuem à construção do educador, o que inclui tanto conhecimentos psicopedagógicos quanto históricos, filosóficos, lingüísticos etc...(Bertoni, 1995, p.9).

Para Bertoni (1995) há uma necessidade emergente de se envolver os alunos de licenciatura em experiências reais, com alunos reais, numa situação de investigação, de dar significados, interpretar e buscar soluções, já que os licenciandos ou os professores, não mudam sua prática só pela exposição a métodos e à teoria de Educação Matemática.

Assim, para que a matemática escolar seja compatível com essa visão faz-se necessário melhorar a formação dos professores, já que, de acordo com Beatriz D'Ambrósio (1993, p.38): "Dificilmente um professor de Matemática formado em um programa tradicional estará preparado para enfrentar os desafios das modernas propostas curriculares".

Guzman (1985, p. 17), de maneira semelhante, salienta a necessidade de melhoria na formação do professor, pois para ele a formação atual é inadequada. Por isso argumenta:

para capacitar os professores em exercício, para realizar as tarefas recomendadas, seria necessário oferecer-lhes os meios adequados de reciclagem. Para formar adequadamente os futuros professores será necessário mudar bastante o ensino na universidade".

Porém, estes meios de reciclagem devem ocorrer de forma contínua, pois, como afirma Thompson (1992, p.139), as concepções dos professores não são alteradas facilmente, e não devem esperar mudanças marcantes após um simples treinamento.

Beatriz D'Ambrósio (1993), argumenta que um novo professor de matemática deverá apresentar como características básicas:

Visão do que vem ser a matemática;

Visão do que constitui a atividade matemática;

Visão do que constitui a aprendizagem da matemática;

Visão do que constitui um ambiente propício à aprendizagem.

Nesse quadro que esboçamos, o professor do ensino fundamental raramente é identificado como um educador matemático, como o responsável pela iniciação matemática das crianças.

Santaló (1994, p.11) diz que para quem se lembra apenas da matemática aprendida na escola primária, esta se encontra integrada pelos cálculos aritméticos comuns e pelos nomes e propriedades de algumas figuras geométricas. Para eles a matemática consiste, segundo o autor, em quatro operações com números inteiros ou com frações necessárias para resolver os problemas que envolvam regra de três, porcentagem, divisão proporcional ou em suas aplicações para calcular área e volume. Para estas pessoas, saber matemática é saber calcular.

Essa é inegavelmente a concepção de matemática que impera na formação dos professores do ensino fundamental. Isso é empobrecedor, pois como afirma Ubiratan D'Ambrósio (1996 p.7),

...a matemática deve ser entendida como uma estratégia desenvolvida pela humanidade para explicar, entender, manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível e com seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural.

Ao lado dessas discussões é que se situa nossa preocupação com a formação matemática dos professores do ensino fundamental. Nesse universo amplo, identificamos a formação de conceitos matemáticos como um dos passos essenciais.

Aí encontramos, por exemplo, trabalhos como os de Vergnaud (1990), Karplus (1980), Noelting (1982) e Lovell (1988), investigando a formação do conceito de proporcionalidade. Identificam diferentes estratégias utilizadas pelos sujeitos na resolução de problemas. Mostram, também, que a construção do conceito de proporcionalidade passa por diferentes estágios até ser identificada como uma relação de razão constante.

Vergnaud (1990) mostra que as aquisições cognitivas, num determinado campo conceitual, não ocorrem na forma de sucessão de fragmentos, são construções solidárias. Por exemplo: os conceitos de fração, de razão, de proporção, de similaridade e de função linear constroem-se formando uma "tela". Esse pesquisador destaca que seria inútil, por exemplo, estudar separadamente a aquisição das noções de fração, de razão, de divisão, de proporção, de função linear, ou tomando outro exemplo, as noções de distância percorrida, de velocidade, de tempo, de força e de aceleração.

As pesquisas que abordam a formação de conceitos têm se voltado predominantemente para as crianças. Entendemos que as atenções devem ser direcionadas também aos futuros professores: eles precisam vivenciar novos percursos de aprendizagem.

Metodologia

Dada a natureza do problema a ser investigado, em que é fundamental a análise cuidadosa do percurso de cada sujeito na abordagem dos problemas, adotaremos procedimentos de natureza qualitativa.

Os sujeitos da pesquisa serão alunos do quarto ano do curso de pedagogia (ou normal superior). Serão constituídos dois grupos: o experimental e o de controle.

Aos dois grupos serão aplicados um pré-teste, um pós-teste e um pós-teste postergado para avaliar o domínio das "estruturas multiplicativas".

Para o grupo experimental, entre o pré-teste e o pós-teste, haverá uma intervenção pedagógica prevista para 15 sessões de 90 minutos cada uma delas.

O referencial de análise será construído a partir de pesquisadores que focalizam a formação de conceitos matemáticos multiplicativos, entre eles: Inhelder & Piaget (1972), Vergnaud (1990), Lovell (1988) e Streefland (1982).

Bibliografia

BERTONI, N.E. "Formação do professor: concepção, tendências verificadas e pontos de reflexão". In: Temas & Debates. Ano VIII, n. 7 Blumenau: SBEM, 1995.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de & PÉREZ, Daniel Gil.Formação de professores de ciências. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

D'AMBRÓSIO, Beatriz. "Formação de professores de matemática para o século XXI: o grande desafio". In: Pró-Posições. Vol 4 n. 1 [10]. Campinas: F.E. – Unicamp, 1993.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Educação matemática, da teoria a prática. Campinas: Papirus, 1996.

GIMENO SACRISTÁN, J. Consciência e ação sobre a prática como libertação profissional dos professores. In: NÓVOA, António (org.). Profissão professor. 2. ed. Porto: Porto editora, 1995.

GOMES, Maristela G. & RUIZ, Adriano R. Competência matemática e tempo de escolaridade: uma relação inexistente. Londrina: Cefil-UEL, 2001

GUZMAN, Miguel de. Cuestiones fundamentales sobre la enseñanza de la matemática. In: Actas. Almeria, septiembre, 1985.

IMBERNÓN, F. La formación y el desarrollo profesional del profesorado: hacia una nueva cultura profesional. Barcelona: Graó, 1994

INHELDER, Bärbel e PIAGET, Jean. De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Buenos Aires: Paidós, 1972.

LOVELL, Kurt. O desenvolvimento dos conceitos matemáticos e científicos na criança. Porto Alegre: Artes Médicas, 1988.

NÓVOA, António. As ciências da educação e os processos de mudança. In: PIMENTA, Selma Garrido (org.). Pedagogia, ciência da educação? São Paulo: Cortez, 1996.

NOELTING, G. The development of proportional reasoning and the ratio concept: differentiation of stages. Educational Studies in Mathematics, v. 11. n.2. p. 217-253, 1980.

PAULOS, John A. Analfabetismo em matemática e suas conseqüências. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.

PIAGET, Jean. Fazer e compreender. São Paulo: Melhoramentos, 1978a.

SANTALÓ, Lluís. La matemática: una filosofía y una técnica. Barcelona: Ariel, 1994.

SANTOS, V. M. P. et alii. "Formação inicial de professor de matemática". In: Zetetiké. Campinas: CEMPEM, F.E. – Unicamp, vol. 5 no 7 1997.

SOARES, E. F. et alii. "Da prática do matemático para a prática do professor: mudando o referencial da formação matemática do licenciado". In: Zetetiké. Campinas: CEMPEM, F.E. Unicamp, vol. 5 nº 7, 1997.

STREEFLAND, L. Some observational results concerning the mental constitution of the concept of fraction. Educational Studies in Mathematics, v. 9, n. 1, p. 51-73, 1982.

VERGNAUD, G. El niño, las matemáticas y la realidade. México, Trillas, 1990.

Buscando compreender e superar o fracasso escolar, através da interação escola-família, na aprendizagem de Matemática.

Michela Tuchapesk (mitucha@hotmail.com)
Orientador: Antonio Carlos Carrera de Souza (carrera-souza@uol.com.br)
UNESP – Rio Claro

Introdução

Este trabalho é uma síntese da bibliografia fundamental da pesquisa que esta sendo desenvolvida em nível de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ. O objetivo é analisar, através das literaturas, as interações que podem ocorrer entre essas duas instituições sociais, escola e família, e como essas interações contribuem ou não para a construção do sucesso ou fracasso escolar na aprendizagem Matemática.

A escola possui uma importância social muito grande, pois pode desempenhar um papel fundamental na construção de identidades e de projetos de vida para seus alunos. Dessa forma, ela tem de reconhecer todas as experiências de seus alunos e utilizá-las em seu trabalho de forma que os seus conteúdos trabalhados tenham sentido.

Nesses últimos tempos, as instituições escolares vêm passando por grandes transformações em busca da melhoria do ensino e da superação do fracasso escolar, uma delas é a parceria que se propõe entre escola e família do ponto de vista da participação no sentido de se promover uma educação mais completa e eficaz do aluno. Bastiani apud Bhering (1999) afirma que o envolvimento dos pais com a escola passou a ser considerado nos últimos anos como uma preocupação necessária e legítima que não pode ser mais encarada como uma opção da escola.

Autores afirmam que a participação da família e as ações necessárias à formação dos alunos têm garantido um maior sucesso acadêmico. Segundo Bhering (1999), o envolvimento dos pais não só contribui com todo o processo escolar como também contribui para a melhoria dos ambientes familiares e eventualmente poderá influenciar positivamente no desenvolvimento do rendimento escolar dos alunos.

Percebemos, assim, que tanto a família quanto à escola têm papéis importantes na construção do sucesso escolar que também está relacionado com as formas de interação existentes nestas instituições. Nesse sentido, a busca da compreensão do tipo de relacionamento existente entre família e escola se apresenta como um instrumento importante para uma mudança nos conteúdos por ela trabalhados e também como forma de se atingir melhores níveis em qualidade de ensino e aprendizagem.

Justificativa

Esta pesquisa se justifica pela relevância que apresenta nas questões das interações escola-família, citadas abaixo, encontradas em literaturas especializadas.

Funções da escola

Áries (1981) em seus estudos, vem analisando as funções da escola do século XIII até o século XIX, no qual as classes e seus professores foram isolados em salas especiais e essa iniciativa de origem flamenga e parisiense gerou a estrutura moderna de classe escolar.

Através da análise dos colégios do século passado, percebemos que a escola nessa época era extremamente castradora de diálogo, os alunos conviviam com uma relação de poder (professor-aluno) na qual eram totalmente submissos, aceitavam e não criticavam qualquer afirmação de seu mestre, além de ser discriminadora das classes mais baixas, privilegiando os alunos com melhores condições sociais.

Analisando as funções da escola nos dias de hoje a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), encontramos como objetivo primordial da escola o reconhecimento das diferenças existentes entre os alunos e por meio deste reconhecimento, potencializar suas capacidades, ajustando sua maneira de selecionar e tratar os conteúdos, de modo a ajudá-los a desenvolver as capacidades de ordem cognitiva, afetiva, física, ética e as de relação interpessoal e de inserção social, ao longo do ensino.

Fazendo uma análise sobre o currículo cultural da escola, Sacristán (1995), afirma que esta tem se apresentado como um mecanismo de normalização, um instrumento de homogeneização e de assimilação à cultura dominante, entretanto, um currículo multicultural exige um contexto democrático de decisões sobre os conteúdos do ensino que contemple os interesses de todos e, enquanto um grupo social não vê refletida sua cultura na escolaridade ou a vê refletida menos que a de outros, estamos, simplesmente, diante de um problema de igualdade de oportunidades.

O autor acrescenta que, a visão multicultural vincula-se com a pretensão de uma educação para a democracia e a tolerância em um mundo que, pela influência dos meios de comunicação, tem, mais do que nunca, a consciência de ser plural; onde os indivíduos, por exigências da economia política, da ciência, da solidariedade e da manutenção da paz têm que se relacionar com povos de tradições culturais muito diferentes.

Analisando as mudanças culturais e redefinições da escola, Candau (1998, p.21), afirma:

as salas de aula são espaços para lidar com o conhecimento sistematizado, construir significados, reforçar, questionar e construir interesses sociais, formas de poder, de vivências que têm necessariamente uma dimensão antropológica, política e cultural e onde os atores do processo educacional vivem contextos de "culturas híbridas", experimentando diariamente a sedução e os conflitos da vida urbana. Entretanto, a cultura escolar ignora esta realidade plural e apresenta um caráter monocultural.

Ou seja, as culturas sociais de referência se transformam, mas a cultura da escola goza de uma capacidade de se autoconstruir sem interagir com estes universos e, na maioria das vezes, se detecta um "congelamento" da cultura da escola que a torna estranha aos seus habitantes.

Candau (1998, p.23) ainda coloca que:

Penetrar nesta rede de relações entre a cultura escola, a cultura da escola e as culturas sociais de referência, seus pontos de encontro, ruptura e conflito é fundamental para promover um processo educativo entendido como prática social em que estão presentes as tensões inerentes a uma sociedade como a nossa que vive processos de profunda transformação.

O papel da família ao longo do tempo

No fim da idade média, a criança conquista um lugar junto de seus pais, lugar este a que poderia ter aspirado no tempo em que o costume mandava que fosse confiada a estranhos. A criança tornou-se um elemento indispensável da vida cotidiana, e os adultos passaram a se preocupar com sua educação, carreira e futuro.

No século XVII, na família os filhos continuavam a desempenhar funções domésticas que os aproximavam do mundo dos servidores. Os deveres de um bom pai de família reduziam-se a: aprender a controlar a sua mulher, educar bem seus filhos e governar bem seus criados. A saúde e a educação, a partir dessa época, seriam as duas principais preocupações dos pais.

Os educadores moralistas em função de suas circunstâncias e de sua época, colocavam o problema de saber se a educação particular em casa valia mais do que a educação pública na escola. A educação pública era desprezada porque se acreditava que as escolas estavam nas mãos dos pedantes. Outra razão para existir a aversão à escola era o fato da disciplina escolar ser muito severa.

Atualmente, na visão dos autores Campos e Gomes (1992), a família brasileira deriva na verdade, das transformações dos modelos anteriores, sob a ação, dentre vários outros fatores, da urbanização, das migrações externas, da formação do proletariado, do desenvolvimento da mídia e das modernas condições femininas de vida e de trabalho. Contudo, a criança é o centro da família e socializá-la é sua tarefa básica.

Neder (1998), enfatiza que é necessário se pensar na valorização das famílias como lugar de produção de identidade social básica para a criança e essa construção se passa pela tolerância com a diversidade humana. Afirma também, que o respeito às diferenças culturais é a base para uma boa política social para as famílias das classes populares, e portanto fator para a construção da democracia.Deve-se evitar os paradigmas de família regular versus família irregular, responsável em grande parte pelos preconceitos de agentes sociais.

Analisando os PCNs, a escolarização tem sido dificultada para amplas parcelas da população, evidenciando-se como mais uma dimensão que concorre para os processos de exclusão social. Segundo suas pesquisas, os pais enviam seus filhos à escola e afirmam que o estudo é importante para o futuro. Ao mesmo tempo, para a maioria dos adolescentes e jovens, o saber difundido na escola, em geral, é visto como um amontoado de conteúdos, com pouca relação com a realidade em que vivem, não despertando interesse, nem oferecendo referências culturais. Os PCNs ainda apontam que os problemas da adolescência e juventude são comumente associados a uma crescente desestruturação das famílias. Essa idéia é mais forte quando se trata de adolescentes e jovens dos setores populares, no entanto, essas características também estão presentes nas outras classes sociais.

Gomes (1994), conclui que a família é importante na socialização, mas outras agências sociais ou espaços, desejáveis ou não, competem com ela ou complementam sua ação, por exemplo: a creche, a pré-escola, a rua, etc. Segundo o autor, as políticas públicas não devem desconsiderar que a educação da prole é direito da família, mas precisam garantir que essas famílias não fiquem sós e desamparadas, com a responsabilidade da construção do futuro de seus filhos. É importante um maior conhecimento da situação concreta das populações a quem se destina a intervenção dessas políticas, pois a socialização secundária

(principalmente a educação escolar) precisa ser repensada como continuidade à educação familiar.

Interação escola-família

Envolver a família na educação dos filhos pode significar que esta realiza um trabalho em conjunto com os professores e outros profissionais da escola para criar, entre outras coisas, uma atmosfera que fortaleça o desenvolvimento e a aprendizagem das crianças nesses dois ambientes socializadores.

O envolvimento dos pais, de acordo com Bhering (1999), não só é importante para um diálogo mais aberto entre os pais e professores e os pais e seus filhos e entre a tríade pais-crianças-professores, mas também é vital para que os pais compreendam os objetivos da escola.

Epstein (1987) apud Bhering (1999), coloca que criar condições favoráveis para o desenvolvimento da criança é um dos objetivos comuns da escola e da família. Pois ambas influenciam e ajudam a determinar o curso da vida das crianças, razão pela qual a relação escola e família é vista como complementar e não como forças distintas e separadas.

Entretanto, a presença dos pais na escola não é aceita incondicionalmente. Carvalho (1998) critica a participação dos pais na escola e sua responsabilização pelo sucesso de seus filhos, considerando que algumas responsabilidades cabem ao governo, por exemplo, o financiamento da educação e outras às escolas por conta da especificidade do seu papel formador.

Assim, considera-se importante manter a especificidade do papel da escola na educação das crianças e o conhecimento especializado que detêm os professores para desenvolverem seu trabalho.

Seria importante também, que os membros da escola soubessem como se comunicar de forma eficiente com as famílias, auxiliando-as a encontrar estratégias adequadas para ajudarem seus filhos nas tarefas escolares que levam para a casa, sem desrespeitar suas características culturais, disponibilidade, entre outros aspectos. Quando escola e famílias têm uma linguagem comum e estratégias definidas coletivamente no trato de alguns aspectos do desenvolvimento e da escolarização, possivelmente as crianças consigam, de fato, ter um percurso acadêmico mais significativo.

Porém, na realidade brasileira, geralmente a escola mantém um contato unidirecional com as famílias, procurando-as apenas quando os alunos têm problemas de desempenho ou disciplinares que não consegue solucionar. Supõe-se que os professores pensam que cabe às famílias minimizar as dificuldades que enfrentam em sala da aula.

Segundo uma pesquisa de Epstein apud Bhering (1999), vemos que quando os professores incluem os pais na sua rotina de trabalho, esses pais começam a interagir mais com as crianças em casa, sentem-se mais confiantes em ajudá-los, acham que os professores são melhores, mais competentes e confiantes no que fazem e, por outro lado, as crianças começam a melhorar em comportamento e rendimento.

Porém, Joyce Epstein apud Bhering (1999), ao desenvolver suas teorias, descreve duas filosofias opostas sobre a relação escola-família. Uma delas se refere aos pais que

indicam que não gostariam de estar envolvidos com a escola em nenhum aspecto e, principalmente, no que diz respeito ao processo ensino/aprendizagem. Assim eles acreditam que os filhos têm a oportunidade de se tornarem independentes. A segunda teoria parte do princípio que as escolas e as famílias devem dividir suas responsabilidades no que diz respeito à educação e socialização da criança.

Assim, em relação ao conceito envolvimento pais e escola, Bhering (1999) ressalta que não se pode esperar que todos os pais em uma escola se envolvam da mesma forma e na mesma intensidade, mas sim que haja uma compreensão, numa curva crescente, sobre o processo ensino/aprendizagem e os objetivos da escola.

Convém referir que, ao contrário do que defendem as teorias da reprodução social, os valores e atitudes facilitadoras do sucesso na escola não estão confinados a uma classe social particular. A autodisciplina, a responsabilidade, a ambição moderada e o gosto pelo trabalho bem feito encontram-se em famílias de todas as classes sociais e, em qualquer dos casos, constituem variáveis poderosas do sucesso educativo.

Segundo o Decreto-Lei sobre Direção, Gestão e Administração das escolas, os pais surgem investidos de novas responsabilidades e novos poderes, sendo-lhes concedida à possibilidade de participarem na tomada de decisões, em dois órgãos determinantes: o Conselho de Escola e o Conselho Pedagógico. Assim, se o Diretor Executivo, responsável pela administração e gestão da escola, defender um modelo de escola de parceria, não burocrático, iremos assistir a uma verdadeira partilha de poderes que tornará a escola mais ligada à comunidade e menos dependente das burocracias do Ministério da Educação.

Pontuando a relação escola e família de classes populares, Romanelli declara que, as representações sobre a educação formal foram alteradas em função das mudanças ocorridas no plano macroestrutural da sociedade brasileira, que incidem sobre o mercado de trabalho que, cada vez mais, exige mão-de-obra razoavelmente escolarizada, mesmo para desempenhar tarefas pouco especializadas. Assim, a ausência de um mínimo de recursos para dominar a "cultura letrada", transmitida e adquirida na escola, barra o ingresso de imensa parcela de força de trabalho no sistema produtivo, sobretudo quando a competição por postos de trabalho aumenta em função do desemprego.

Portanto, abordar a relação escola-família não pode deixar de tocar nas questões da política educativa e da organização escolar. Assim, parece importante chamar a atenção para o alcance da política escolar sobre a família, explicitando como e até que ponto a política educacional de fato articula família e escola enquanto instâncias educativas.

Problema da pesquisa

O problema desta pesquisa, busca compreender e superar o fracasso escolar na aprendizagem Matemática.

A respeito do fracasso escolar, nos deparamos com várias concepções, para Nunes Carreher, Carreher e Schliemann (1982), a concepção de fracasso escolar aparece alternativamente como fracasso dos indivíduos citando para isto (Poppovic, Espósito e Campos, 1975), fracasso de uma classe social (Lewis, 1967, Hoggart, 1957) ou fracasso de um sistema social, econômico e político (Freitag, 1979; Porto, 1981) que pratica uma seletividade sócio-econômica indevida.

A situação de fracasso do ensino da matemática e ás rotinas de sala de aula que o sustentam é debatido por Baldino e Carrera (1999) baseados no depoimento de professores e na explanação de episódios relatados na Folha de São Paulo, que parecem apontar o fracasso escolar para algo mais profundo: o fracasso da própria rede pública estadual; os autores ainda ressaltam que as rotinas que sustentam estes fracassos já não se encontram apenas na sala de aula.

Numa pesquisa relacionada à importância dos pais na educação escolar, Fraiman (1997) coloca que para a escola manter-se firme em seu papel de autoridade, ela acaba buscando no aluno todas a causas de fracasso escolar e mau comportamento. "Para estas escolas, o aluno que apresenta dificuldades é sempre um "mau-aluno", que tem uma "família omissa" nunca um aluno mal-orientado ou mal-ensinado". (p.89)

Patto (1993), em seus estudos na produção do fracasso escolar, pontua que a escola pública de 1°grau falha na sua tarefa básica de alfabetização das crianças das camadas populares, excluindo-as precocemente de seu interior, através de um mecanismo de rejeição que opera duplamente, pois a escola não aceita a criança como ela é, e a criança não aceita a escola tal como ela funciona.

Assim, o fracasso escolar, que tem sido concebido como o fracasso do aluno ante as demandas escolares, no discurso de Carvalho (1997) é hoje provavelmente o maior empecilho á democratização das oportunidades de acesso e permanência da grande massa da população em nossas instituições escolares. É nesse sentido o maior sintoma de crise de nossas escolas.

Partindo destas reflexões e guiada também pelo referencial teórico citado junto com a justificativa; pretendo responder nesta pesquisa, a seguinte pergunta:

A interação escola-família pode contribuir para uma melhor compreensão do fracasso escolar, na aprendizagem de Matemática, existente em nosso país?

Metodologia

Diante das características desta pesquisa, pertencente à linha de trabalho do cotidiano escolar, este estudo deve ser considerado dentro de um paradigma qualitativo não positivista, abordando um caráter fenomenológico.

Além da análise literária, proponho segundo os objetivos de uma pesquisa exploratória, e em parceria com os membros da escola pública E.E. "Prof° João Batista Leme", localizada na cidade de Rio Claro-S.P, analisar a interação escola-família e a interferência desta no cotidiano escolar da sala de aula de Matemática.

A primeira etapa do trabalho de campo, incluiu um primeiro contato com os professores de Matemática da escola citada, neste encontro foi possível escolher três classes do 1°grau do ensino médio, sendo selecionada uma classe de cada período (manhã, tarde e noite).

A segunda etapa incluiu a aplicação da autobiografia aos alunos pertencentes a três classes escolhidas. Na terceira etapa, foram selecionadas, da totalidade das autobiografias recolhidas, duas autobiografias por classe, sendo estas as mais relevantes para os objetivos do meu estudo.

Numa quarta etapa, ainda não concluída, estaremos entrando em contato com os seis alunos escolhidos, seus pais, professores de Matemática e coordenadores, para a aplicação individual de uma entrevista semi-estruturada, pois esta nos proporciona maior flexibilidade para possíveis esclarecimentos sobre a rotina de trabalho da escola.

As entrevistas serão gravadas e transcritas na forma de relato pessoal em primeira pessoa. Ao término das transcrições das mesmas, partiremos para a análise verbal, procurando, nessas transcrições, as unidades de transformação das entrevistas para o trabalho desenvolvido, o que servirá de base para definir as categorias.

Assim, dentre as categorias encontradas faremos um possível "cruzamento" com o propósito de analisarmos qual o grau de envolvimento da escola e da família, sendo que se pretende perceber como a interação entre essas duas partes tem contribuído ou não para a superação do fracasso escolar na aprendizagem Matemática.

Dessa forma, estando ainda em busca dos dados para minha pesquisa, não é possível fornecer-lhes resultados e considerações finais.

Bibliografia

ARIÉS, P. A vida escolástica. In: História social da criança e da família. Rio de Janeiro, LTC, 1981, p.165-194.

ARIÉS, P. A família. In: História sócial da criança e da família. Rio de Janeiro, LTC,1981,p.195-271.

BALDINO, R. R. CARRERA, A.C.S. Manifesto sobre o cotidiano da escolaridade brasileira. in Formação do Educador: avaliação institucional, ensino e aprendizagem, V.4/ organizadores Maria Aparecida Viggiane Bicudo, Celestino Alves da Silva Júnior.- São Paulo: Editora UNESP, 1999. –(Seminários &Debates)

BHERING, E.; Siraj-Blatchford, I. A relação escola-pais: um modelo de trocas e colaboração.Cadernos de Pesquisa, n.° 106, 1999, p. 191-216.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e quartos ciclos do ensino fundamental: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília, MEC/ESF,1998,p.47-131.

CANDAU, V.M. Mudanças culturais e redefinição do escolar: Tensões e buscas. Contemporaneidade e Educação, n.° 3,1998, p. 14-26.

CARRAHER, T. N. CARRAHER, D. W. SCHLIEMANN, A.D. Na vida, dez; na escola zero: os contextos culturais da aprendizagem da matemática, Caderno de Pesquisa. São Paulo (42):79-86, Agosto 1982.

CARVALHO, M. E. P. Relações entre família e escola e suas implicações de gênero. Cadernos de Pesquisa, n.° 110, 2000, p. 143-155.

CARVALHO, M. E. P. A família enquanto objeto de política educacional: crítica ao modelo americano de envolvimento dos pais na escola. ANPED/ 98.

CARVALHO, J. S. F. As noções de erro e fracasso no contexto escolar: algumas considerações preliminares in Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas/ coordenação de Júlio Groppa Aquino. – São Paulo: Summus, 1997.

GOMES, J. V. Socialização primária: tarefa familiar? Cadernos de pesquisa, n.° 91,1994, p. 54-61.

NEDER, G. Ajustando o foco das lentes: um novo olhar sobre a organização das famílias no Brasil. In: Kaloustian, S. M. Família brasileira, a base de tudo. São Paulo, Cortez; Brasília, UNICEF, 1998. p26-46.

PATTO, M. H. S. A produção do fracasso escolar: histórias de submissão e rebeldia.- São Paulo: T.A Queiroz, reimpressão, 1993.

ROMANELLI, G. Escola e família de classes populares: notas par discussão. / não publicado/

SACRISTÁN, J. G. Currículo e Diversidade Cultural. In: Silva, T. T.; Moreira, A. F. (Org.). Territórios Contestados: o currículo e os novos mapas políticos e culturais. Petrópolis, Vozes, 1995, p. 82-113.

SILVA, P. Formação de professores, a relação escola-família e o sucesso educativo. In: Davies, D. Os professores e suas famílias : a colaboração possível. Lisboa, Livros Horizonte, 1997, p. 77-92.

A Quebra Da Unidade E O Número Decimal. Um Estudo Diagnostico No Ensino Fundamental.

Micheline Rizcallha Kanaan
Sandra Maria Pinto Magina (orientadora)
Mestra em Educação Matemática
PUC/São Paulo-2002

Resumo

Este estudo envolve reflexões e conclusões a respeito da nossa tese de Mestrado, que teve por objetivo diagnosticar as representações das crianças no que tange a quebra da unidade e sua relação com o número decimal. Para tanto realizou-se uma pesquisa diagnóstico com crianças da 2° a 5° série do Ensino Fundamental. O instrumento diagnóstico constava de questões em contextos de medida, contexto monetário e outros contextos que foram por nos denominados de contexto matemáticos. As crianças responderam às questões utilizando-se de dois diferentes sistemas de representação: o oral e o escrito. A análise dos resultados apontou em favor do sistema oral. Observou-se ainda da análise, que apesar da evolução no desempenho das crianças da 2ª a 5ª série, esta não foi alta de uma série para outra e esta última apresentou, por sinal, desempenho abaixo do esperado, tendo em consideração que crianças desta série já terem estudado e trabalham com os decimais desde a 3ª série.

Palavras-chaves: Quebra da unidade; número decimal; sistema de representação;contexto.

Introdução

Nosso objetivo foi investigar a concepção dos alunos sobre os numeros decimais e sua relação com a quebra de unidade em diferentes contextos, através de diferentes representações matemáticas.

Para o estudo da formação do conceito, buscamos subsidios nas teorias construtivistas de Piaget e Vygostky,segundo as quais o conhecimento é constituido pelo sujeito a partir de sua interação com o seu meio físico e social. No que concerne à teoria das representações matemáticas, o estudo da aquisição do cohecimento e a maneira como se processa a aprendizagem, foi feito à luz das teorias de R. Duval e T. Nunes cujas produções de conhecimentos são dirigidos diretamente para a Educação Matemática. Para Duval, a aprendizagem matemática inclui atividades cognitivas e necesssita da utilização de sistemas semióticos de expressão e de representação. As representações são portanto essenciais ao funcionamento do conhecimento e do desenvolvimento matemático. Para ele, as representações semióticas são representações externas e conscientes ao sujeito e têm dois aspectos: a forma (representante) e o conteúdo (representado). A forma muda conforme o sistema semiótico utilizado. Cada objeto matemático possui diversos registros de representação e para que ocorra a conceitualização (noésis), conforme Duval, é preciso integrar todos os registros de representação. As representações são relativas a um sistema semiótico particular de signos, como a linguagem natural, a linguagem formal, a escrita

algébrica. A linguagem natural é considerada por Duval um registro de partida e um registro de chegada . Nunes tambem destaca a importância da influencia de representação e dos signos sobre a função de organização do pensamento e das ações mentais envolvidas na resolução de problemas .

Usamos várias vezes em nosso estudo o termo contexto e para isto buscamos em alguns autores suas compreensões e definições a respeito do que significa esse termo e sua importância em pesquisas educacionais.

Em Educação Matemática, Roth(1996) categorizou três diferentes sentidos para o termo: o primeiro diz respeito a problemas de matemática que possuem um texto. Aqui a compreensão do texto é um aspecto fundamental do conhecimento. O termo contexto ("con-text", como diz Roth), usado neste sentido de "o que vem com o texto", refere-se a todo conhecimento adicional necessário para a compreensão do problema matemático. A interpretação do problema matemático e do texto vai depender da experiência em leitura que o indivíduo tenha. O segundo sentido do termo refere-se a alguns fenômenos do mundo que podem ser modelados de uma forma matemática particular. Quando os estudantes apropriam-se significativamente da forma matemática (ou conceito) ligando-a com o fenômeno, este pode ser considerado o contexto que auxiliou a elaboração do significado do conceito.

A terceira maneira de se entender contexto está ligada à noção de ambientes e situações. As situações são caracterizadas por aspectos sociais, físicos, históricos, espaciais e temporais, que são constituintes do contexto e formam a base para o desenrolar das atividades.

Metodologia

Nosso estudo caracterizou-se como dagnóstico exploratório baseado no método qualitativo. Procuramos identificar alguns conceitos sobre números decimais mobilizados no ensino dentro de determinados contextos e seus sistemas de representações bem como a conversão de sistemas de representação, mais especificamente no nosso caso do registro verbal para o registro sob a forma da escrita decimal

Elaboramos questionário composto de 21 questões, perfazendo 39 itens e baseado a partir de um instrumento diagnóstico preliminar , cuja a função principal, foi a de avaliar os conhecimentos anteriores do aluno com relação ao número decimal e servir como instrumento para avaliar a aprendizagem dessa nova escrita numérica. As questões do teste diagnóstico envolviam leitura, interpretação e representação de números decimais em diferentes contextos. Elegemos os contextos que ocorrem com mais freqüência no cotidiano do aluno e os que consideramos como elementos-chave para que a aprendizagem dos números decimais torne-se mais significativa. São eles : "contexto monetário", "contexto de medida" e o "contexto matemático". Como contexto monetário, incluímos as questões que tratam sobre o dinheiro tanto como quantidade , como medida. O "contexto de medida" diz respeito às questões que tratam das medidas em geral, como comprimento, volume, área e outras. Como contexto matemático, situamos as questões que não podem ser categorizadas nem no contexto de medidas, nem no contexto monetário.

A aplicação do teste diagnóstico ocorreu em alunos de 2ª a 5ª séries do ensino fundamental, em uma escola pública do centro de São Paulo. As faixas etárias variavam entre 8 a 12 anos de idades. A aplicação do teste diagnóstico foi feita com cada aluno,

individualmente, fora da sala de aula. O registro dos dados ocorreu de duas formas: oralmente e por escrito. O registro das manifestações orais dos alunos foi anotado pelo entrevistador, enquanto o registro escrito dos alunos era feito pelo próprio aluno na folha impressa de questões. Nosso estudo foi realizado no período vespertino, o qual consta de 4 classes de 2° série ; 4 de 3°; 4 classes de 4° série. O teste foi aplicado para 36 crianças. Nossa amostra caracterizou-se pelo sorteo de alunos de cada classe ou seja 12 alunos da 2° série , 12 da 3° ; 12 da 4ª e 12 da 5ª série.

Nossa questão de pesquisa, e algumas reflexões

As reflexões sobre como o aluno consegue quantificar quantidades menores que a unidade em diferentes contextos e como ele consegue representar essas quantidades , deram origem a uma questão de pesquisa, que foi subdividida em duas. São elas :

"Como a quebra da unidade é entendida e representada pelo aluno em diferentes contextos?" e "Em qual contexto o aluno tem mais facilidade para entender a quebra da unidade?".

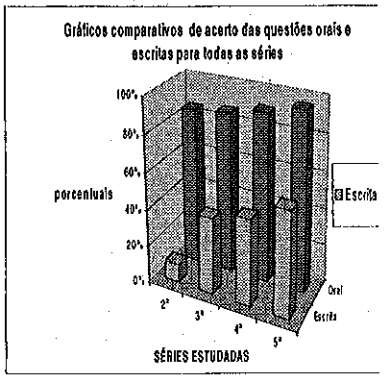
Para responder a essas questões, procuramos diagnosticar as concepções que os alunos tinham em relação à representação decimais e como eles representaram esses números em diferentes contextos. Os principais resultados foram obtidos das manifestações dos alunos, tanto das orais quanto das escritas, tendo-se, freqüentemente, em conta a importância do contexto.

Do gráfico a seguir, pode-se comparar o desempenho de cada série em relação ao percentual de acerto dos resultados escritos e do percentual de acerto de forma oral.

Conclusão e comentários

Percebemos que há falhas de conceitualização dos números decimais durante a conversão das representações da linguagem natural escrita ou falada para a decimal escrita. Vale ressaltar que, muitas vezes, o entendimento da linguagem não encerra a compreensão do conceito em sua total complexidade. Pode ser que o aluno, ao expressar-se oralmente, esteja reproduzindo , imitando uma representação, sem ao menos tê-la ter operado, e internalizado, conforme Piaget. O gráfico a seguir, premite comparar o desempenho de cada série em relação ao percentual de acerto dos resultados escritos e do percentual de acerto de forma oral.

Gráfico comparativo entre acertos orais e escritos



Nº de acerto por total de itens	Número de acerto escrito (%)	Número de acerto oral (%)
2ª	9	85
3ª	36	87
4ª	46	91
5ª	58	96

156 é o número total de itens do instrumento diagnóstico que possibilitaram respostas orais e escritas simultaneamente.

O que nos chamou atenção foi a constatação de que a dificuldade de se trabalhar com a representação e as possíveis conversões desta representação, são também funções do contexto com o qual se trabalha. Foi possível observar, em geral, que o contexto no qual os alunos apresentaram maior dificuldade e erros foi no contexto matemático. No contexto monetário, os alunos da 5ª série, apresentaram maior chance de acerto que nos demais contextos.

Notamos que ao longo da aplicação, o teste diagnóstico também serviu de instrumento de aprendizagem.

O entendimento da quebra da unidade pelas crianças muda em função do contexto. Para os alunos 2ª, 3ª e 4ª séries é melhor entendida no contexto de medida, e no sistema oral de representação, porém ainda neste contexto, ela não é entendida no sistema de representação escrita. No contexto monetário, ela não é totalmente entendida nos dois sistemas de representação, o oral e escrito e muitas vezes a representação ocorre por uma

rotulação e não pela compreensão. Já no contexto matemático ela não é entendida quer na leitura, quer na representação escrita.

Os alunos da 5ª série entendem mais a quebra da unidade nos contextos monetários, quando no sistema oral de representação, seguido do contexto de medida no mesmo sistema de representação. Porém não a compreendem, quando no contexto matemático. Embora haja um avanço da 5ª série em relação às demais séries, parece ainda que ainda não foi totalmente incorporada por todos os alunos desta faixa etária. Na maioria das questões, os alunos parecem entender número decimal como números naturais separados por vírgula, e isto melhora um pouco quando mudam os contextos ou quando muda a representação. O que nos leva a questionar se há entendimento ou se o número é visto como apenas rótulo? Ou em outras palavras, estamos falando do aspecto figurativo do conhecimento? O não entendimento da representação decimal não impede ao aluno a operacionalização com o número, como é o caso do dinheiro e outras medidas.

O aluno associa as palavras décimos e centavos com a representação de um número que deverá ter zeros na representação escrita, como é o caso da representação 00,08.

A exclusão do zero na representação 2,03 é uma prova de que o aluno não dá significado à representação decimal : todas as séries com exceção da 5ª erram ao escrever por extenso 2,03, uma vez que ignoram o zero entre o 2 e o 3 e a leitura passa a ser como se fosse 2,3.

Nas questões sobre quantidades contínuas, o percentual de acertos foi baixo em quase todos os contextos. O contexto que apresentou percentual de acerto mais baixo foi o contexto matemático:

- as 2ª, 3ª, 4ª, séries apresentam o mesmo desempenho escrito nos contextos de medidas e monetário.

- o ensino dos decimais não ocorre nas 3ª séries e quando isto é feito, é no final do ano letivo.

- os alunos das 4ª e 5ª séries, ainda não dominam as representações dos decimais.

- os alunos não sabem dar significado aos dígitos após a vírgula, como porções da unidade.

Embora o contexto monetário seja mais familiar para os alunos, ainda assim, independente da faixa etária, eles têm dificuldade para ler e interpretar a representação do dinheiro quando feito na representação decimal. O contexto monetário não auxilia na aprendizagem dos decimais, embora os alunos 5ª séries apresentem melhor desempenho nesse contexto. Sugerimos, portanto, alguns cuidados que devem ser levados em conta no que diz respeito a trabalhar com o "dinheiro" para auxiliar na aprendizagem dos números. No início da aprendizagem, o uso do dinheiro pode contribuir para apreensão do conceito de número natural, porém em função de sua representação, pode vir futuramente a constituir-se em obstáculos para a aprendizagem dos números racionais e especificamente, na aprendizagem da representação decimal

Com base em nosso estudo, os alunos parecem entender a quebra da unidade, pois conseguem exteriorizar oralmente, mas a grande dificuldade parece existir na representação por escrito. O mais surpreendente foi que os alunos da 5ª série estão muito aquém do esperado, o que nos leva a concluir que, pelo menos para a nossa população, a maneira como

o processo de ensino, tal qual tem sido feito, oferece pouco recurso para favorecer à criança a construção do conhecimento científico.

As conclusões aqui apresentadas são resultado da análise dos dados obtidos da aplicação do instrumento diagnóstico e portanto circunscritas no limite do nosso universo de estudo. Embora nossa amostra tenha sido aleatória e os dados tenham sido retirados de uma população de Escola Pública que representa a maioria das crianças brasileiras, não temos dados estatísticos suficientes que nos permitam inferir para além de nossa população. Apesar disso, sentimo-nos confortáveis em fazer algumas afirmações que poderão possivelmente contribuir para dar pistas sobre prováveis concepções das crianças dessa faixa etária, relativas à compreensão e representação do número decimal.

Bibliografia:

ALEKSANDROV, A.D.[et al] La matemática: su contenido métodos y significado. Versión española de Manuel Lópes Rodríguez. Espanha: Alianza Editorial, 1988.

BIANCHINI, Bárbara Lutaif. Estudo sobre a aplicação de uma seqüência didática para o ensino dos números decimais. Tese de Doutorado em Psicologia da Educação. Pontifícia Universidade Católica, São Paulo, 2001.

BOYER, Carl Benjamin. História da Matemática. Trad. Elza F. Gomide. São Paulo: Edgard Blucher, 1974.

BROUSSEAU, G. Les Obstacles Epistemologiques et Les Problèmes en Mathématiques. Recherches en Didactique des Mathématiques. Grenoble, Vol 4, nº 2. 1983.

_____ Problèmes de l'enseignement des décimaux. Recherches en Didactique des Mathématiques, Grenoble, vol. 1, nº 1.1980.

_____ Problèmes de Didactique des décimaux. Recherches en Didactique des Mathematiques. Grenoble, vol. 2, nº 1. 1981.

_____ Theory of Didactical Situations in Mathematics. Melbourne, Australia: Monash University, 1997.

CARAÇA, Bento de Jesus. Conceitos fundamentais da Matemática. Lisboa-Portugal, Edgard Blucher, 1974.

CARRAHER, Terezinha [et al]. Na vida dez, na escola zero. 7.ed. São Paulo: Cortez, 1993.

CERYNO,ELIN. Número e Dinheiro: Construção Mútua. Tese de Mestrado. Santa Catarina: Universidade do Estado de Santa Catarina. 2001.

DANTZIG, T. Número, A linguagem da Ciência. Rio de Janeiro: Zahar Editores. 1970.

DUVAL, R. Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. In: Annales de Didactique et de Sciences Cognitives. IREM de Strasbourg, vol V. 37-65. 1993.

_____ Semiósis et pensée humaine: registres sémiotiques et aprendissages intellectuels. (1995).

_____ L´analyse cognitive du fonctionnement de la pensée et de l´activité mathématique. Cours sur les apprentissages intellectuels donné à la PUC/SP. 1999.

GOLDIN, Gerald, A. A Scientic Perspective on Sturctured, Task-Based Interveiws In: Mathematics Education Research. HANDBOOK OF RESEARCH DESIGN IN MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION /edited by Anthony E. Kelly and Richard A. Lesh. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. Mahwah, New Jersey, London, 1999.

HOGBEN, L. Maravilhas da Matemática - Influências e Função da Matemática nos Conhecimentos Humanos. Rio de Janeiro: Globo.1956.

KAMII, C. A Criança e o Número. Trad. Reina A. de Assis. Campinas: Papirus, 1989.

KLINE, M. Matemáticas Para Los Estudiantes de Humanidades. Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología. Fondo de Cultura Económica. México, S/D.

MAGINA, S et all. Repensando Adição e Subtração. Contribuições das Teorias dos Campos Conceituais. São Paulo: Proem, 2001.

MAGINA, S. BIANCHINI, B.L. Introdução aos números decimais: um novo conceito ou uma extensão dos naturais? In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EPEM), 1996, São Paulo, Anais do IV Encontro de Educação Matemática. São Paulo, p. 171-178, 1996.

NIVEN, I. Números: Racionais e Irracionais. Trad. Renate Watanabe. Sociedade Brasileira de Matemática: Rio de Janeiro, 1984.

NUNES, T. SCHLIEMANN, A. L. e CARRAHER D. Street Mathematics and School Mathematics. Cambridge: University Press.1993.

NUNES, T. Bryant , P. Learning and Teaching Mathematics: An International Perspective. United Kingdom: University of Oxford, 1997.

NUNES, T. Cognitive Invariants Cultural Variation in Mathematical Concepts. International Journal of Behavioral Development, 1992, 15(4) 433-453.

PÉREZ, J. C. Números decimales. Por qué? Para qué? Madrid: Editorial Sintesis, São Paulo, 1988.

PIAGET, J. Epistemologia genética. São Paulo: Martins Fontes,1990

PIAGET, J. Szeminska, A. A Gênese do Número na Criança. Trad. Cristiano Monteiro Oiticica. São Paulo: Zahar Editores,1975.

ROTH, W. - "Where Is the Context in Contextual Word Problems?"- Revista Cognition and Instruction, vol. 14, nº 4,1996.

STRUIK, D. J. História concisa das matemáticas. Trad. João Cosme Santos Guerreiro. Lisboa: Gradiva, 1987.

WOERLE, N. H. Números racionais no ensino fundamental: múltiplas representações. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo,1999.

Malba Tahan: Um Educador Matemático[12]

Moysés Gonçalves Siqueira Filho[13]
Orientadora: Maria Angela Miorim
FE/UNICAMP

Introdução/ Justificativa

Nas últimas décadas, o meio acadêmico como também os profissionais atuantes no ensino da Matemática, nos diversos níveis de escolarização, vêm levantando importantes questões no intuito de se promover uma melhoria no processo ensino-aprendizagem da Matemática. Não são poucas as tentativas para que isso ocorra, seja contextualizando os conteúdos, seja aplicando novas metodologias. Alguns professores freqüentemente se debatem sobre sua prática de ensino, procurando inserir, de fato, esta Ciência no convívio diário do aluno, aproximando-o cada vez mais da sua realidade.

Com a centralidade inescapável da tecnologia nas grandes questões (econômicas, sociais, políticas, culturais e estéticas) da civilização contemporânea, o mundo ficou estreito e as informações, além de muitas, rapidamente se renovam. Ensinar Matemática, nesse início de século, está exigindo do professor um conhecimento não só específico, como também de outras áreas do saber. Pesquisas e propostas pedagógicas realizadas nas últimas décadas, no Brasil e no exterior, enfatizam uma concepção de ensino e aprendizagem que privilegia a construção do conhecimento matemático em sala de aula. Busca-se, dentro dessa perspectiva, dar sentido e significado aos conteúdos matemáticos desenvolvidos ao longo do ensino fundamental e médio, que vão se configurando a partir da articulação de uma multiplicidade de aspectos. Dentre esses aspectos destaca-se a variedade de interações estabelecidas em sala de aula, não só cognitivas, como também afetivas. O que permite a diferentes sujeitos, em momentos distintos, ocupar (e alternar) o lugar de quem ensina e de quem aprende.

Nesse sentido, é tarefa do professor estimular e promover o desenvolvimento do senso criativo e inventivo de seus alunos.

Atualmente podemos observar que um dos principais objetivos na proposta do Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) é a inter-relação da Matemática com outras áreas do saber, na medida em que essa Ciência pode desenvolver a auto-estima, formar um cidadão crítico, autônomo, num mundo em constantes e rápidas mudanças. Entretanto, alguns questionamentos se anunciam diante desses parâmetros: Que conteúdos matemáticos não foram contemplados? Dos que não foram contemplados quais deveriam ter sido? Quais deveriam ser suprimidos? Como se dá a implantação de parâmetros ou diretrizes curriculares?

Na tentativa de responder algumas dessas questões, encontramo-nos com as reflexões, preocupações e fazeres do professor Júlio César de Mello e Souza, cujo pseudônimo mais famoso era Malba Tahan. Em uma de suas obras, Didática da Matemática (1961), já estavam presentes muitos aspectos que são enfatizados pelos PCN de Matemática.

12 Tese de doutorado em andamento - FE/UNICAMP - Área de Concentração: Educação Matemática-HIFEM.

13 Licenciado em Matemática. E -mail: msiqueira@escelsanet.com.br

Em razão de todo o exposto, consideramos pertinente resgatar e analisar as idéias, os ideais, as possíveis inquietações e expectativas surgidas ao longo da formação de um professor de Matemática que se destacou tanto pela qualidade e inovação do ensino em sua época quanto pela quantidade de suas publicações.

Pressupostos teóricos

Deve se ensinar bem o fácil, o que é básico e insistir nas noções conceituais [...]. Teorias complicadas e obscuras fazem no espírito do aluno verdadeira aversão e intolerância pela Matemática.

Malba Tahan

É possível notar, na citação acima, que já conta com mais de 30 anos, a clara preocupação em produzir um ensino que pudesse dar sentido e significado à aprendizagem dos alunos.

Por que resgatar a obra de Malba Tahan? Conhecer suas concepções, princípios didáticos poderiam enriquecer projetos pedagógicos?

Malba Tahan, entre outros, se incluiria no que se denominou de período de gestação da Educação Matemática como campo profissional. Segundo Lorenzato e Fiorentini (2001, p.12) os "educadores matemáticos" dessa fase estavam interessados no ensino primário e secundário, ao invés de pesquisar a realidade escolar ou o processo ensino aprendizagem, preferiram, nesse período compendiar livros-texto para os alunos e prescrever orientações didático metodológicas e curriculares aos professores.

Nesse sentido, ao percorremos a História da Matemática e da Educação Matemática brasileira, deparamo-nos com a ideologia de um dos maiores educadores brasileiros, nascido em terras cariocas e admirador inveterado da cultura árabe, Júlio César de Mello e Souza ou, simplesmente, Malba Tahan.

Graduado em engenharia civil pela Escola Politécnica em 1913, Malba Tahan preferiu dedicar-se ao magistério e à literatura. Lecionou no Instituto de Educação do Rio de Janeiro, onde instituiu uma nova disciplina, a arte de contar histórias, para o aperfeiçoamento de professores. Foi educador no Serviço Nacional de Assistência aos Menores e catedrático de Matemática do Colégio Pedro II, da Escola Nacional de Belas Artes e da Faculdade Nacional de Arquitetura. Como professor de Matemática e balizado por preocupações didático-pedagógicas, instituiu com outros colegas as Instruções Metodológicas do Colégio Pedro II as quais procuravam responder a quatro problemas didáticos: 1- A quem ensinar? 2 - O que ensinar? 3 - Como ensinar? 4 - Para que ensinar?

Malba Tahan acreditava ser imprescindível ao professor orientar seu ensino com o pensamento polarizado nos objetivos diretos ou indiretos da Matemática, objetivos que decorriam dos valores dessa Ciência, ou seja, de seus valores utilitários e educativos.

Prescrevia algumas condições básicas para que isso acontecesse, tais como: que a Matemática fosse bem ensinada; que o professor se interessasse pelo educando e que as condições (pessoais e materiais) do aluno fossem favoráveis à aprendizagem.

Nesse intuito, caberia ao professor bem orientado ensinar aos seus alunos a gostar e a interessar-se pela Matemática; a formular, com clareza, suas dúvidas; a encaminhar com lógica, o raciocínio; a ser cuidadoso nos cálculos; a ser correto na sua linguagem e, sobretudo, a ser sincero e leal em seus trabalhos.

Mello e Souza usou a História da Matemática como um instrumento tanto nos livros que escreveu quanto em suas aulas, com o objetivo de dar significado aos conceitos matemáticos, tornar o ensino mais atraente para o aluno, humanizar a Matemática e colocá-la mais próxima do aluno. Defendendo a proposta de que o professor deveria ensinar o fácil, insistindo nas noções conceituais, o que não provocaria no aluno aversão e intolerância pela Matemática, Malba Tahan procurou ir além do usual, não reduzindo a história a um simples anedotário, a curtas referências em notas de rodapé. Explorou as ilustrações, buscou, para inserir a História no ensino da Matemática, o auxílio de uma ampla referência bibliográfica citada em suas obras e, também a colaboração de colegas com os quais conviveu ou foi aluno, conhecedores e apreciadores da História da Matemática como Manoel Amoroso Costa, Fernando de Almeida Vasconcelos, Joaquim Almeida Lisboa, Henrique Dodsworth, Monteiro Lobato entre outros. As notas históricas que introduziu em suas obras contemplavam a História da Matemática em todas as épocas, dariam destaque à biografia de matemáticos e de matemáticas, incluiríam a história das notações matemáticas, a história de problemas curiosos e notáveis, a história dos algarismos, a história da geometria, a história da matemática de diversas civilizações, etc...

Pode-se considerar o professor Mello e Souza como um caso sui-generis na história dos educadores matemáticos brasileiros. Acreditamos que sua obra merece um olhar atento e cuidadoso dos historiadores de Matemática e de Educação Matemática, pois, segundo D'Ambrósio (1996, p. 56), se referindo às produções didáticas brasileiras de alto nível à época da criação dos primeiros cursos de licenciatura, dentre elas as de Malba Tahan, um estudo desses livros e de seus autores é um importante tema para aqueles interessados em fazer história da matemática.

Como se pode perceber, as idéias inovadoras do professor Mello e Souza se apresentam na proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais, cuja preocupação precípua repousa na contextualização dos conteúdos matemáticos sugeridos e a flexibilidade do professor para ministrá-los.

Os PCN buscam colocar a Matemática como algo acessível a todos os alunos e, sobretudo, articulá-la às outras áreas do saber, tornando-a dessa forma uma possante ferramenta de uso. É notório observar que há, em suas entrelinhas, uma intenção de modificar as concepções ainda existentes em nosso ensino de que a Matemática é uma Ciência pronta e acabada e sem nenhum dinamismo.

Há diversos pontos comuns entre a proposta dos PCN e as Instruções Metodológicas idealizadas pelo professor Mello e Souza. Assim sendo, faz-se mister refletir e discutir sobre essas e outras interseções, seja do ponto de vista histórico, seja do ponto de vista pedagógico.

Portanto, pesquisar Malba Tahan permite ao investigador transitar pelos mais diversos caminhos, tamanha a extensão de seu patrimônio cultural. Oliveira (2001, p.8) ressalta que para a Educação Matemática, vislumbrar e analisar o perfil histórico de um educador como Malba Tahan, significa deixar-se invadir por concepções do passado que fazem-nos "intuir" tendências futuras.

De acordo com D'Ambrósio (1999, p. 104) a atenção dada às contribuições dos locais tem sido quase nenhuma. [...] é importante estimular pesquisa sobre fatos e personagens que tiveram, num certo momento, grande importância e repercussão entre seus pares e sua comunidade[...]

Lorenzato (1995, p. 101) fez uma apreciação muito adequada quando afirmou que

atualmente, nas tendências da Educação Matemática, a Resolução de Problemas, a Redescoberta, a Aprendizagem com significado, a História da (e na) Matemática, a Lógica, as Aplicações, entre outros temas, podem ser facilmente encontrados, mas eles já estavam nos livros e nas aulas de Malba Tahan, há mais de 40 anos.

Inquirindo uma de suas obras, Matemática - 1° ano, escrita em conjunto com Cecil Thiré em 1934, encontramos a cada fim de capítulo de um conteúdo matemático exposto, textos que remetem seus leitores a uma fantástica viagem ao longo da história, seja com fatos curiosos, seja apresentando a biografia de matemáticos famosos, ou ainda, pequenos problemas que propiciam a criatividade e outras formas de resolução. Revelando-se assim, a importância que Malba Tahan atribuiu à História da Matemática em suas obras. Ela aparece de forma destacada não apenas nos livros textos de Matemática que publicou, como também, nos livros de divulgação e mesmo nos romances.

Apoiando-se em Klein, menciona que o professor que ensina a Matemática desligada de sua parte histórica, comete verdadeiro atentado contra a Ciência e contra a cultura em geral (Félix Klein apud Malba Tahan, p. 9).

Em vários países, a História da Matemática aparece nos livros didáticos para o ensino elementar. Discretamente encontram-se algumas notas biográficas de matemáticos famosos, algumas referências à origem de algumas notações matemáticas como o sinal de igualdade, de potências e outras curiosidades sobre a matemática egípcia, chinesa ou babilônia (Fauvel e Van Maanen, 2000). Essa parece ser atualmente uma característica comum em relação à difusão da História da Matemática nos livros didáticos. Os livros de Malba Tahan, da década de trinta, revelam uma característica antecipatória dessa tendência mundial que ocorre no final desse século.

Note-se que Malba Tahan fez a História da Matemática se apresentar, esplendidamente, como uma poderosa ferramenta didático-metodológica para dar graça e vida às aulas de Matemática por ele ministradas.

O professor Júlio César de Mello e Souza pertenceu, como já dissemos em linhas atrás, ao período de Gestação da Educação Matemática como campo profissional, cujos esforços de alguns contemporâneos e movimentos viabilizariam ações e prepararam terreno para uma produção mais sistemática de conhecimentos. Desencadeava, a partir dos anos 20, o movimento da Escola Nova, responsável por grandes conseqüências à Educação Matemática.

Não é difícil imaginar que uma proposta tão inovadora, que introduzia aspectos radicalmente opostos àqueles existentes até então, ou seja, que se propunha a alterar uma tradição vigente, encontrou muitas resistências para ser implantada, nos alerta Miorim (1998, p. 98).

Desse modo, torna-se também interesse, ao longo dessa pesquisa, transitar pelos caminhos de tal movimento afim de angariar maiores esclarecimentos acerca daquelas conseqüências.

Delimitação do Problema:

Na intenção de fazer uma imersão na vida e obra de Malba Tahan, identificando suas concepções de Ensino, de Matemática, de Educação e de Educação Matemática, a indagação central desse estudo é: Como, historicamente, as Instruções Metodológicas do Colégio Pedro II foram elaboradas e quais as possíveis apropriações feitas pelos atuais PCN de Matemática do Ensino Médio?

Na perspectiva de responder essa problemática colocamos outras questões para investigação, quais sejam:

a) Como poderia a obra de Malba Tahan enriquecer os PCN?

b) O que os PCN poderiam ter aproveitado dessa obra?

c) Qual a importância da obra de Malba Tahan para a História da Matemática e para a Educação Matemática?

Objetivos:

O objetivo desse trabalho é o de resgatar o processo histórico da elaboração e aplicação das Instruções Metodológicas do Colégio Pedro II, instituídas pelo referido professor, para posteriormente investigar as possíveis influências materializadas nos atuais PCN de Matemática do Ensino Médio.

Algumas indagações, consubstanciadas a esse objetivo, apontam para a necessidade de definição de objetivos mais específicos, dentre os quais destacamos:

identificar na obra de Malba Tahan a História da Matemática como recurso didático para os professores de Matemática;

- analisar algumas obras do professor Mello e Souza dedicadas especificamente à Matemática destacando a forma e o conteúdo trabalhados;

propor questões para o avanço das reflexões sobre a formação profissional e prática pedagógica do professor de Matemática.

Procedimentos Metodológicos

O melhor o tempo esconde, longe muito longe mas bem dentro aqui. Quando o bonde dava a volta ali[. ..]

Caetano Veloso

Um encaminhamento metodológico pode servir de alicerce para diferentes investigações. Existe em sua essência muitas informações impossíveis de serem quantificadas e, portanto, merecedoras de reflexão e interpretação bem mais ampla àquela que circunscrita ao simples dado objetivo (Trivinõs, 1992, p. 120). Consideramos também que abraçar uma postura metodológica é explicitar uma visão de mundo, é revelar uma prática ou cultura que de alguma forma esteja relacionada conosco. Nesse sentido, cremos que o melhor caminho a ser

trilhado é aquele que viabiliza uma leitura, à luz da abordagem qualitativa, de seus resultados. Todavia, dados quantificáveis, isto é, numéricos, poderão ser apresentados, uma vez que o número, nestes casos, ajuda a explicitar a dimensão qualitativa (André, 1995, p. 24). A associação das duas abordagens possibilita um aprofundamento cada vez maior das facetas do objeto de estudo (Queiroz, 1992, p. 13).

Na medida em que o pesquisador se declina a reconstituir fatos, torna-se imprescindível dar voz aos interlocutores que viabilizarão o seu estudo, e nesse caso, um dos vários caminhos possíveis, é buscar suporte em técnicas que o permitam alcançar seus objetivos. Pesquisar um tema é se inserir em um mundo de descobertas e encontros com os mais diversos tipos de subtemas, invisíveis ao tato e aos olhos de nossa percepção, se pouco atenta. Nosso trabalho segue nessa direção.

Acredito ter grandes chances de obter sucesso no desenrolar dessa pesquisa utilizando-me da história oral, pois ela anuncia a realização de entrevistas com pessoas que participaram ou testemunharam acontecimentos, conjunturas, visões de mundo, ruptura ou adoção de novos paradigmas como forma de aproximação com o objeto de estudo em questão (Fonseca, 2000, p. 153).

Diversas leituras se fizeram necessárias para que pudéssemos, minimamente, nos apropriar de alguns conceitos basilares para a escrita do projeto de doutoramento (Bosi, 1994; Félix, 1998; Meihy, 2000; Fonseca, 2000; Foucault, 2000). Considerando ser essa a primeira vez que tomávamos contato com uma literatura mais específica, alguns pontos foram tratados com facilidade outros porém, continuaram obscuros. Entretanto, os conceitos apresentados nos colocaram em condições de iniciar um diálogo com alguns autores que produzem nesse campo de pesquisa.

Bastaria, então, nesse momento, fazer a escolha de um técnica que melhor amparasse o desenrolar da pesquisa. Portanto, dentre as três apresentadas - 1. História de vida; 2. Depoimento oral ou história oral temática e 3. Relato oral - , optamos por trabalhar com a segunda por se basear em um assunto específico e previamente estabelecido [e] se compromete com o esclarecimento ou opinião do entrevistador sobre algum evento definido. A objetividade, portanto é direta. A hipótese de trabalho nesse ramo da história oral é testada com insistência e o recorte do tema deve ficar de tal maneira explícito que conste das perguntas a serem feitas ao colaborador (Meihy, 2000, p. 67)

Após esses vários estudos, foi possível ratificar a metodologia a ser empregada na pesquisa, por ora em andamento. Percebemos, entretanto, que será necessário complementá-la à medida que documentos poderão contribuir para a análise e interpretação dos dados coletados. A esse respeito, Queiroz apud Kosminsky [s.d] propõe a combinação de técnicas para a realização de qualquer pesquisa e, portanto, creio que a pesquisa bibliográfica ou estudo documental dar-nos-á esse suporte.

Cumprida mais essa etapa, alguns procedimentos com relação a coleta de dados deverão ser verificados, quais sejam: 1. Leitura, fichamento e organização dos documentos, manuscritos, livros relacionados à vida e obra de Mello e Souza; como também, 2. Depoimentos orais com familiares, ex-alunos e professores que adotaram seus livros.

A análise e interpretação dos dados, cerne principal de todas as pesquisas (Barros e Lehfeld, 1988), se processarão, respeitando a fundamentação teórica e abordagem

metodológica desse estudo, à luz de outras técnicas tais como: análise de conteúdo, codificação, categorização e triangulação.

Para finalizarmos, constitui-se como meta desse trabalho a descoberta de novas relações, conceitos ou formas de se entender a realidade e, que os resultados advindos das análises feitas sejam úteis aos indivíduos ou grupos a ele relacionado, pois, de acordo com Augras (1996, p. 32), qualquer encontro implica uma troca de emoções, valores e representações, assim como, a comunicação com outrém, só é possível, se houver algum grau de memória comum (Ferreira, 1996, p. 61)

Bibliografia

01) ANDRÉ, Marly E. D. A. etnografia da prática escolar. Campinas : Papirus, 1995.

02) AUGRAS, M. História oral e subjetividade. In : Von Simson, O. R. de M. (ORG). Os desafios contemporâneos da História Oral. Campinas : Centro de Memória da UNICAMP, 1996.

03) BARRROS, A. J. P.; LEHFELD, N. A. S. Projeto de pesquisa: propostas metodológicas. Petrópolis: vozes, 1988.

04) BOSI, E. Memória e sociedade: lembranças dos velhos. 3. ed. São Paulo : Cia das letras, 1994.

05) BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 1999.

06)___. A História da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (ORG). Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. São Paulo : UNESP, 1999.

07) FAUVEL, J.; MAANEN, J. V. History in Mathematics Educacion. The ICMI Study. Kluver Academic Publishers, 2000.

08) FÉLIX, L. O. História e memória: a problemática da pesquisa. Passo Fundo : Ediupf, 1998.

09) FONSECA, Nelma Marçal Lacerda. A história oral no museu da escola de Minas Gerais. In : FARIA FILHO, Luciano Mendes (ORG). Arquivos, fontes e novas tecnologias: questões para a história da educação. Campinas, SP : Autores Associados; Bragança Paulista, SP : Universidade São Francisco, 2000.

10) FOUCAULT, M. A arqueologia do saber. 6. ed. Rio de Janeiro : Forense Universitária, 2000.

11) KOSMINSKY, E. V. A utilização do dado qualitativo e a subjetividade do pesquisador. In : Agruras e prazeres de uma pesquisadora: ensaios sobre a sociologia de Maria Isaura Pereira de Queiroz. São Paulo, [s.d]

12) LORENZATO, Sérgio. Um (re) encontro com Malba Tahan. Zetetiké. Campinas, SP : UNICAMP – FE – CEMPEM, 1995.

13) LORENZATO, Sérgio & FIORENTINI, Dario. Iniciação à investigação em Educação Matemática. Campinas: CEMPEM/COPEMA, 2001.

14) MEIHY, José Carlos Sebe Bom. Manual de história Oral. 3. ed. São Paulo : Edições Loyola, 2000.

15) MELLO E SOUZA, J. C. Os números governam o mundo: folclores da Matemática. Rio de Janeiro : Ediouro, 1998.

16) ___. As maravilhas da Matemática. 5 ed. Rio de Janeiro : Edições Bloch, 1983.

17) ___. O jogo do Bicho: a luz da Matemática. Curitiba : Grafipar, s/d.

18) ___. O homem que calculava. São Paulo : Círculo do livro, 1984.

19) ___. Matemática divertida e curiosa. São Paulo : editora Record.

20) MELLO E SOUZA, J. C.; THIRÉ, C. Matemática: 1º ano. 5. ed. Rio de Janeiro : Livraria Francisco Alves, 1934.

21) ___. Matemática: 2º ano. 3. ed. Rio de Janeiro : Livraria Francisco Alves, 1933.

22) MIORIM, Maria Angela. Introdução à história da educação matemática. São Paulo : Atual, 1998.

23) OLIVEIRA, Cristiane Coppe. Do menino "Julinho" a Malba Tahan: uma viagem pelo Oásis do ensino da Matemática. UNESP, Rio Claro, 2001 (Dissertação de Mestrado).

24) QUEIROZ, M. I. P. O pesquisador, o problema da pesquisa, a escolha de técnicas: algumas reflexões. In : LANG, A. B. da S. G. (ORG). Reflexões sobre a pesquisa sociológica. São Paulo : Centro de Estudos Urbanos, 1992.

25) TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo : atlas, 1992.

O Ensino de Geometria Plana
O saber do aluno e o saber escolar

Nelson Arbach
Orientadora :Prof.ª Dr.ª Sonia B. C. Igliori
PUC/SP

Tema

A aproximação do saber do aluno e o saber escolar nos processos de ensino/ aprendizagem de Geometria Plana no ensino fundamental.

Justificativa

Pesquisas recentes mostram que houve, nas últimas décadas, um abandono no ensino de Geometria Plana no ensino fundamental. Abandono este que não se restringiu apenas ao Brasil como mostraram Pavanello (1989), Meissner, (2000) ,Pereira (2001).

Os pesquisadores justificam as causas desse abandono em várias direções de estudo, não de formas excludentes, por meio dos seguintes fatores: condições políticas/ ideológicas, sobre o ensino de um modo geral; políticas de formação do professor; situações específicas como, por exemplo, a omissão de tópicos de geometria nos livros didáticos ou, ainda, as que se referem a lacunas deixadas pelo Movimento da Matemática Moderna. Como exemplo, pode se destacar que com o Movimento da Matemática Moderna (década de 70), houve um direcionamento maior ao ensino da Álgebra, no nível do ensino fundamental, relegando de certa forma o ensino da Geometria a um segundo plano, fato ocorrido não só no Brasil mas em outros países.

Hoje os PCN´s (1998) referem-se à importância do ensino da Geometria, mas não apresentam alternativas concretas pois atém-se a fatores bastante limitados como o uso de medidas, que, a nosso ver, se dirigem a um aspecto pouco expressivo na solução deste problema.

Justificamos nossa direção de pesquisa, por meio da revisão bibliográfica que realizamos, que não foi evidentemente exaustiva porém, expressiva para nos indicar que esta pesquisa teria o que acrescentar às investigações sobre o ensino da Geometria.

Analisamos dissertações de mestrado, no período compreendido entre 1997 e 2000, sendo que uma delas, Pereira (2001), tinha por alvo efetuar um levantamento das recentes pesquisas brasileiras sobre o ensino da Geometria.. Encontramos por exemplo, situações didáticas para se ensinar o Teorema de Tales ou o Teorema de Pitágoras que, a nosso ver, favorecem procedimentos no que se refere ao uso de demonstrações de forma pontual. Encontramos também, abordagens de ensino da Geometria com enfoque em aspectos históricos do seu desenvolvimento.

Esta pesquisa se justifica pois pretende investigar alguns aspectos de uma prática docente que possa favorecer o uso de demonstrações, no sentido formal, no âmbito do ensino da Geometria, com vistas à formação de atitudes científicas por parte dos alunos numa perspectiva de aproximação entre o saber escolar e saber do aluno.

Problema de Pesquisa

Em contraponto entre nossa convicção de que o ensino da Geometria é essencial na formação de atitudes científicas, e o que encontramos em geral nos livros didáticos e em práticas docentes e considerando também a contextualização apresentada acima é que nos propusemos a investigar o processo ensino/aprendizagem da Geometria Plana.

Muitas poderiam ser as direções de pesquisa para abordar este tema. Nos restringimos a aspectos que consideramos fundamentais para alcançar o objetivo de aproximação dos dois saberes: o do aluno e o escolar. Assim formulamos nosso problema de pesquisa a partir das as seguintes questões:

1) Que aspectos do contrato didático devem serem rompidos (de forma implícita ou explícita) de modo a garantir o aceitar e/ou refutar as tentativas de aproximação dos dois saberes, o produzido pelos alunos e o saber escolar? Nesta perspectiva, que tipo de atividades seriam eficazes para propor aos alunos?

2) Quais sistemas de validação seriam pertinentes no ensino fundamental nesse processo de aproximação do saber produzido pelos alunos e do saber escolar, e que seriam adequados aos conhecimentos dos alunos e às operações de raciocínio aceitas pela lógica formal, como por exemplo , a dedução?

Referencial teórico

Foram tomadas por base teorias desenvolvidas por Balacheff, N. (1987) e por Polya, G. . (1954) sobre demonstração;e ainda noção de contrato didático de Brousseau, G. (1986).

Metodologia

Neste trabalho, apresentamos e avaliamos algumas atividades desenvolvidas por alunos de duas classes das séries finais do ensino fundamental, na área da Geometria Plana, com diferentes abordagens de ensino.

As abordagens de ensino diferem-se em dois aspectos: quanto à validação de conjecturas e quanto a aspectos do contrato didático: No primeiro grupo é o aluno que valida as conjecturas, utilizando a dedução matemática e no segundo, é o professor com apresentação de exemplos.

As atividades constaram de cinco problemas, foram aplicados em tempo de aula normal pelo pesquisador, em três sessões. A produção verbal dos alunos foi registrada em gravador e analisadas conjuntamente com os protocolos, de forma comparativa.

Resultados

1. Uma prática docente que priorize a participação, a argumentação do aluno nas produções em geometria favorece o rompimento de um contrato didático em que o professor tem a verdade e o aluno aceita o que ele diz.

2. A utilização de um sistema de validação por meio de demonstrações favorece as aproximações do saber produzido pelos alunos ao saber escolar.

3. O uso de demonstrações como mecanismo de prova torna a Geometria atraente aos alunos. Um sistema de validação que utilize de generalizações , analise e sínteses , entre outras categorias lógicas aceitas pela comunidade matemática como mecanismos válidos na formulação de conjecturas, pode facilitar a compreensão da Geometria pelos alunos.

4. O abandono das demonstrações em detrimento da utilização de exemplos como mecanismos de prova pode dificultar que os alunos produzam generalizações .

5. A prioridade da Álgebra acaba por contagiar todo o ensino da Matemática, provocando, nos alunos , que mesmo as situações no quadro da Geometria são aplicações da Álgebra. As demonstrações de propriedades geométricas são entendidas como meros procedimentos algébricos dificultando a produção de generalizações geométricas.

6. Processos heurísticos de provas e refutações, estabelecidos como contrato didático , mesmo implícito, podem facilitar a produção de saberes pelos alunos, aproximando este saber ao saber escolar.

7. O uso das demonstrações pode facilitar a formação de atitudes científicas nos alunos, na medida em que a construção e a utilização de sistemas de validação aceitos pela comunidade de matemáticos aproxima seu saber do saber escolar.

8. O uso dos mecanismos válidos de demonstrações (como análise e síntese) , mesmo de forma implícita ,pode auxiliar na formação de atitudes cientificas nos alunos na medida em que estes passam a se utilizar de outros mecanismos de prova de forma adequada.

Bibliografia

1)BALACHEFF N. Processus de Preuve et Situations de validation , Educational Studies in Mathematics , vol.18 , n.2 , p.147-176,1987

—Es la Argumentación un obstáculo? Invitación a un debate . International Newsletter on the Teaching and Learning of Mathematical Proof. Laboratoire Leibniz Grenoble .1999

2)BICUDO, V. Maria A (org.) .Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas . Rio Claro: Unesp,1999

3)BKOUCHE R.,. A noção de espaço IREM de Lille,1978

—Sobre o ensino de Geometria IREM de Lille,1978

4)BROUSSEAU, G. Fondementes et méthodes de la didactique des mathématiques Recherches en Didactique des mathématiques v.7, nº 2, pp.33-116 . Grenoble ,1986

5)CHEVALLARD Y. e BOSCH M.e GASCÓN J. Estudar Matemática – o Elo Perdido Entre o Ensino e a Aprendizagem , Arimed,2001

6)DAVŸDOV .V.V Tipos de generalización en la Ensenanza, Havana:Pueblo e Educación, 1982

7) Dissertações de Mestrado

a)BASTIAN I.V. O Teorema de Pitágoras .PUCSP,2000

b)GOULART L. J. O que é geometria ? Porque ensiná-la? Unicamp,1989

c)GOUVEA, Filomena A T. Aprendendo e Ensinando Geometria com Demonstração – Uma Contribuição Para a Prática Pedagógica do Professor de Matemática do Ensino Fundamental . PUC/SP,1998

d)MELLO, E. Demonstração : Uma Seqüência Didática para a Introdução de seu Aprendizado no Ensino de Geometria PUC/SP,1999

e) PAVANELLO ,R. M. O Abandono do Ensino de Geometria : Uma Visão Histórica. Unicamp:1989

f)PEREIRA M. .R.O A Geometria Escolar :Uma Análise dos Estudos Sobre o Abandono de seu Ensino " PUC/SP 2001

8) DOLCE O. e POMPEO J.N. Fundamentos da matemática elementar , geometria plana,vol.9 , São Paulo .Atual –1998

9)DOUADY R. e GLORIAN M.J.P. Um processo de aprendizagem do conceito de área de superfície plana , IREM, Caderno de Didática das Matemáticas, nº 37, Maio de 1987

10)DOUBNOV , I. Erros nas Demonstrações Geométricas São Paulo :Atual , 1996

11)DUVAL ,R. Écriture, Raisonnement et Découverte de la Démonstration en Mathématiques , Recherches en Didactique Mathématiques , Vol.20 ,nº2 pp.135-170,2000

12) FRANCHI ,A .Compreensão das situações multiplicativas elementares – Tese de Doutorado PUC/SP,1995

13)GOUVEA ,F.A.T. e ALMOULOUD S. Ag.– Demonstração – Aspectos Epistemológicos e de ensino/aprendizagem , IV EPEM .São Paulo: Atual 1996

14)HOUDMENT .C e KUZNIAK ,A. Formation des Maitre et Paradigmes Géométriques . Recherches en Didactique des Mathématiques , vol.20 , nº1,pp89-116, 2000

15)KILPATRICK, J.. Fincando Estacas: Uma Tentativa de Demarcar a Educação Matemática como Campo Profissional e Científico – Revista Nordic Studies in Mathematics Education , v.3 , nº4 ,p.21-42,1995

16)KUHN, T. S. A Estrutura das Revoluções Cientificas. São Paulo: Perspectiva,2000

17)LEFEBVRE , H. Lógica Formal / Lógica Dialéctica Rio de Janeiro: :Civilização Brasileira , 1979

18)Livros citados nos PCNs

a)LOPES , A J. Matemática Hoje É Feita Assim .São Paulo :FTD 2000

b)REGO , A L.G.B. e Outros Matemática na Vida e na Escola São Paulo:Editora do Brasil,1999

c)SPINELLI , W . MATEMÁTICA São Paulo :Ática , 2000

d)GIOVANNI , J. R. e PARENTE, E . Aprendendo Matemática. São Paulo:FTD ,1999

e)IEZZI , G. e outros Matemática e Realidade São Paulo :Atual ,.2000

f)GRASSESCHI, M. C.C. e outros Projeto Oficina de Matemática São Paulo:FTD , 1999

19)MAGALHÃES J. .L.F. Situações Didáticas , Educação Matemática – Uma introdução –PUC / SP ,1999

20)MLODINOW L.. Euclid's Window – the Story of Geometry from Parallel Lines to Hyperspace. New York :The Free Press ,2000

21)MEISSNER H. Encapsulation of a Process in Geometry , pag.359 vol3 do

International Group for the Psychology of Mathematics Education . Utrecht . The Netherlands,2001

22)OLIVEIRA, Marta .K. de. Vygotsky :Aprendizado e Desenvolvimento um Processo Sócio-Histórico. São Paulo Scipione,2000

23)BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Fundamental : Terceiro e Quartos Ciclos (PCNs) 1998

24)PHILIP J.D. e REUBEN H. , A Experiência Matemática – São Paulo

Francisco Alves - 1982

25)POLYA, G. . Induction and Analogy in Mathematics . Princenton : University Press,1954

26)POLYA, G. A Arte de Resolver Problemas . Rio de Janeiro: Interciencia,1978

27)SACRISTÁN J.G. , GÓMEZ A L. Compreender e Transformar o Ensino,

4ª edição . São Paulo :ARTMED , 2000 - Tradução Ernani F. da Fonseca

28)SACKUR ,C ; DHOUHARD J.P ; MAUREL M. Experiencing the Necessity of a Mathematical Statement , IREM .Université de Nice .France ,2000

29)MACHADO ,S. A . M. et al Educação Matemática : Uma Introdução São Paulo:Educ , 1999

30)TORRES, R. M. Que (e Como) é Necessário Aprender? Campinas: Papirus ,1992

31)VYGOTSKY, L. S. Pensamento e Linguagem. São Paulo: Martins Fontes,2000

Conhecimento Matemático Reflexivo: Uma Contribuição para a Educação Tecnológica

Autora: Nilcéla Aparecida Maciel Pinheiro
Orientador: Prof. Dr. Walter Antonio Bazzo
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Justificativa

Ficamos admirados ao vermos o quanto a tecnologia cresceu nos últimos tempos, tornando-se para muitos o cerne do avanço econômico, refletindo de imediato em nossa vida pessoal e profissional. Não há como negar o fascínio que a tecnologia exerce sobre o ser humano, materializada em produtos caros e sofisticados, atualmente verdadeiros símbolos do mundo moderno. Cada vez mais a tecnologia é vista como o centro de todas as formas de desenvolvimento, especialmente o desenvolvimento econômico, o que lhe confere um status também maior.

No entanto a tecnologia não age sozinha, ela interage com a ciência, sendo que essa enfatiza a aquisição e compreensão do conhecimento, enquanto a primeira focaliza os resultados de um processo no qual foram utilizados os conhecimentos da ciência. Logo, a força da tecnologia não só está presente na relação do homem com invenções, inovações e novos produtos, mas também influenciando no desenvolvimento do conhecimento e suas experiências. Segundo Mortimer (2001)"a ciência não é uma atividade neutra e seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos econômicos, culturais e ambientais.[...] Dessa forma ela precisa ter um controle social e envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisões sobre ciência e tecnologia." (p.96) Apesar de concordar com o autor, penso que muito ainda tem que ser feito em nossa sociedade para que esse enfoque questionador e participativo seja incutido nas pessoas.

Cada setor da sociedade precisa então, contribuir com alternativas que possam despertar as pessoas para reflexões mais críticas acerca das questões que envolvem a sociedade. Nesse enfoque podemos citar a educação tecnológica, presente nos Centros Federais de Educação Tecnológica, como um dos setores responsáveis pelas discussões que permeiam ciência e tecnologia. No entanto a educação tecnológica além de "integrar o saber fazer, deve também promover uma reflexão crítica sobre o significado destas ações na sociedade atual, onde novos valores reestruturam o ser humano."(Cardoso, 1999, p.220) Analisando dessa forma a educação tecnológica, deve ter como principal objetivo "estimular ou consolidar nos jovens o interesse pelos estudos da ciência e da tecnologia, mostrando com ênfase a necessidade de um juízo crítico e de uma análise reflexiva das suas inferências na sociedade." (Bazzo, 2000, p. 147) Para que esses enfoques tornem-se realidade, precisamos incutir esses questionamentos dentro de cada uma das áreas de conhecimento que envolvem a educação tecnológica, pois apesar dessas instituições trabalharem as competências para o trabalho com as tecnologias, elas precisam também despertar nos alunos a visão crítica do uso dessas tecnologias.

Desse modo, a matemática faz-se presente na educação tecnológica como área que segundo Skovsmose (2001) funciona "como a mais significante introdução à sociedade tecnológica. É uma introdução que tanto dota os estudantes com habilidades técnicas relevantes, quanto dota com atitude "funcional" em relação à sociedade tecnológica (funcional

é visto da perspectiva das estruturas de poder dominantes)." (p.32) Sendo assim, o conhecimento matemático presente nos vários processo tecnológicos faz-se necessário a todo e qualquer cidadão, porém em especial para aqueles que estão envolvidos em seu dia-a-dia com a tecnologia. Pois esses, além de saberem utilizar as tecnologias, precisam estar conscientes de seu uso, muitas vezes não questionado. De acordo com Skovsmose (2001), é impossível imaginar o desenvolvimento de uma sociedade do tipo que conhecemos sem que a tecnologia tenha um papel destacado, e com a matemática tendo um papel dominante na sua formação. Dessa forma, a matemática tem implicações importantes para o desenvolvimento e a organização da sociedade - embora essas implicações sejam difíceis de identificar." (p. 40)

Todavia para que essas implicações comecem a ser entendidas, ressalta-se a necessidade de análises e reflexões acima da contribuição da matemática no desenvolvimento tecnológico, bem como questionadora do lugar da ciência e da tecnologia presente na educação tecnológica e em especial nos cursos de tecnologia, de forma a contribuir para criticidade dos alunos. É nesse sentido que proponho minha pesquisa, uma vez que essa preocupação esteve presente em meus estudos de mestrado, pela experiência vivida como docente das disciplinas de Cálculo e Estatística do Curso Superior em Tecnologia Mecânica e por ser o conhecimento matemático uma das bases para as novas tecnologias, o que implica analisar se a forma como ele vem sendo trabalhado em nossa escola, realmente auxilia o tecnólogo em mecânica a desempenhar suas funções como profissional e cidadão.

Problema De Pesquisa

Atuando como docentes da área de matemática, num Centro Federal de Educação Tecnológica estamos continuamente refletindo sobre a contribuição do conhecimento matemático para o currículo dos Cursos Superiores de Tecnologia. Essas reflexões, se dão pelo fato de que uma das principais bases dos referidos cursos é a científica, necessária "para a preparação de profissionais capazes de compreender os processos tecnológicos e estar em condições para posicionar-se perante os diferentes ciclos tecnológicos ao longo de sua vida." (Romano, 2000, p.84)

Por fazer parte da área científica, o conhecimento matemático, de acordo com D'Ambrosio (1986) "é essencial no chamado progresso tecnológico que determinou e determina o desequilíbrio entre as nações, que possibilitou e possibilita conquista e colonização que causou e causa domínio de uma classe social por outra." (p. 40) Sob essa perspectiva, torna-se necessário um repensar sobre o ensino da matemática nos Cursos Superiores de Tecnologia, no sentido de estar detectando a sua contribuição como ciência prática e teórica, necessária ao desenvolvimento crítico da ciência e da tecnologia. Nesse sentido concordamos com Boavida (1993) quando ressalta, que todo cidadão para ter acesso ao mundo do conhecimento científico e tecnológico, precisa possuir uma cultura matemática básica que lhe permita interpretar e compreender criticamente a matemática do dia-a-dia, [...] resolver problemas e tomar decisões diante dos mais variados aspectos de sua vida, nos quais a matemática esteja presente."(In Baraldi, 1999, p.36)

Porém percebemos que a forma como a matemática vem sendo trabalhada em nossas escolas quase nunca permite que esse tipo de competência possa ser desenvolvida. Trabalhamos a matemática com um fim nela mesma, descontextualizada do mundo, que ela própria auxiliou a entender. Na maioria das vezes desenvolvemos nossos conteúdos matemáticos num mundo afastado da realidade, "num ambiente exclusivamente matemático,

fechado em si mesmo.[...] este modo de ver a matemática, é estritamente vinculado à visão platônica, que situa o mundo das idéias distinto do mundo em que vivemos, acabando por gerar e manter uma concepção de matemática veiculada na escola e na sociedade de um modo geral, que vê a matemática como dada, distanciada do fazer humano." (Imenes in Garnica,1992, p. 100)

Concebendo a matemática dessa forma esquecemos a sua presença marcante na sociedade tecnológica como componente, que de acordo com Skovsmose (2001) faz "intervenção real na realidade, não apenas no sentido de que um novo insight pode mudar as interpretações, mas também no sentido de que a matemática coloniza parte da realidade e rearruma." (p. 80) Não são poucas as aplicações da matemática em quase todos os seguimentos da sociedade. Não obstante o papel que desenvolve vai muito além do simples calcular. Através de seu uso podemos esclarecer aspectos que envolvem nosso cotidiano como cidadãos, além das preocupações de ordem financeira e científica.

Sendo assim, estando lecionando a disciplina de Cálculo e Estatística para o Curso Superior de Tecnologia em Mecânica - Processos de Fabricação, estou sempre a questionar os conteúdos e a forma que esses devem ser trabalhados nessas disciplinas. Acredito que o principal mote de uma instituição que pratica a educação tecnológica deve estar baseado "numa concepção de educação transformadora, progressista, que vai além de uma proposta de ensino,[...]nos dias atuais deve integrar as diferentes categorias do saber, fazer, ou do saber-fazer para uma grande categoria do saber-ser.[...] Precisamos estar atentos e acreditar numa educação crítica que dê lugar à bases teóricas e prática social que ela caracteriza." (Grinspun, 1999, p. 64) Dessa maneira, para que a educação tecnológica cumpra seu papel de não só transmitir conhecimentos mas também que possa formar futuros cidadãos que ao trabalhar com a tecnologia possam estar convictos de seus males e benefícios, buscando soluções viáveis que beneficiem a sociedade, necessitamos que a matemática com sua grande importância na produção de novas tecnologias, possa estar contribuindo em forma de conhecimento reflexivo. O conhecimento reflexivo que aqui trato, se pauta no sentido colocado por Skovsmose (2001) como "o conhecimento que se refere à competência de refletir sobre o uso da matemática e avaliá-lo. Reflexões têm a ver com avaliações das conseqüências do empreendimento tecnológico." (p. 116) É dessa forma que o conhecimento matemático deveria ser trabalhado em nossas escolas.

Diante desse contexto levantamos então a importância de trazer à tona a seguinte questão:

Propor junto ao Curso Superior de Tecnologia em Mecânica, alternativas de se trabalhar o conhecimento matemático, não só nos seus saberes teóricos, mas também como saber reflexivo de suma importância na análise dos artefatos e conhecimentos produzidos pela ciência e tecnologia. Para proceder essa investigação, contarei com o auxílio das concepções dos alunos e professores no que diz respeito a importância da matemática nos processos tecnológicos.

Vislumbro assim poder contribuir com alternativas que possam tornar reflexões possíveis a cerca do conhecimento matemático. Para que isso seja possível, proponho um projeto que visa investigar quais as relações existentes entre a teoria e a prática da matemática, tanto como auxiliadora na produção de novas tecnologias, tanto como questionadora das relações entre a ciência, tecnologia e a sociedade.

Referencial Teórico

Acompanhar o avanço tecnológico, bem como criar condições para que o ser humano acompanhe esse avanço, dando-lhe sustentação e preparação para às novas tecnologias, parecem ser preocupações da sociedade contemporânea.

A tecnologia vem ocupando seu espaço no mundo atual, de forma cada vez mais acelerada. Tudo ocorre num ritmo frenético e não obstante fosse isso, o ser humano parece não estar preparado para administrar tais mudanças. Segundo Paiva (1995) "um novo ritmo impõe-se à vida em geral - um ritmo que supõe eficiência não apenas como velocidade, mas como ausência de erro." (p. 78) Dessa maneira, as novas tecnologias apresentam dois objetivos fundamentais: tornar as empresas mais aptas a disputar o mercado e conseguir um aumento do controle sobre a produção e os trabalhadores.

Percebemos diante do cenário das novas tecnologias que grandes expectativas se depositam na educação, pois dentro de uma sociedade tecnológica "a educação no mundo de hoje tende a ser tecnológica e consequentemente, exige entendimento e interpretação de tecnologias" (Bastos, 1997, p.06). Dessa forma a educação tem uma grande responsabilidade na formação de profissionais, dentro das mais diversas áreas de atuação, estabelecendo relações entre teoria e prática, entre sujeito e objeto, e possibilitando ao indivíduo formado atuar ativamente na sociedade, de tal maneira que ele possa desempenhar plenamente suas funções de forma crítica e reflexiva.

A presença maciça da tecnologia e seus impactos nos diferentes campos da sociedade já justifica as necessidade da escola incorporar este recurso, de maneira crítica e estruturada. Bastos (1997) argumenta que: [...] por nascer da educação, a educação tecnológica, transcende aos conceitos fragmentários e pontuais do ensino, aprendizagem e treinamento, pela integração renovada do saber pelo fazer, do repensar o saber e o fazer, enquanto objetos permanente de reflexão crítica sobre a ação." É nessa perspectiva que a educação tecnológica ganhou um espaço na sociedade atual, não se detendo apenas em técnicas, mas agindo de forma a "viabilizar conhecimentos científicos e tecnológicos necessários à compreensão crítica da vida social, técnico-científico e do trabalho." (Del Pino, 1997, p. 130)

No sentido de subsidiar o indivíduo para que continue a se desenvolver, é posto para a educação o desafio de encontrar o caminho para a mobilização, formação de uma consciência crítica, e como destaca Acevedo, um caminho de suma importância frente aos impactos sociais originados pela tecnologia, é necessária uma consciência que lhes permita a participação pública e uma ação social efetiva." (In Bazzo, 2001 p. 15) Dentro desse contexto, o objetivo de cada disciplina e sua contribuição curricular precisam estar sempre claros, como é o caso da matemática. O motivo pelo qual a matemática está presente em nossas escolas é apontado por Chevallard (2001), como "uma conseqüência de sua presença na sociedade e, portanto, as necessidades matemáticas que surgem na escola deveriam estar subordinadas às necessidades matemáticas da vida em sociedade." (p. 45) Apesar de toda a importância que a matemática exerce na sociedade, em nossas escolas seu enfoque quase nunca destaca questões de interesse social.

O que podemos observar, é que de maneira geral, a matemática é transmitida através de repetições mecânicas; que não intrigam, não propiciam a descoberta, porque não há o que descobrir. O que existe na verdade são equações, teoremas e modelos prontos, de onde o aluno escolhe a fórmula, aplica-a e o problema está resolvido. Isso faz com que a matemática

torne-se uma ciência sem vínculo com as demais, e na observação de Moysés (1997) faz dela um "extremo isolamento que cresce a cada dia na escola em relação ao mundo que a rodeia; como se na escola o que contasse é aprender vários tipos de regras simbólicas, aprendizagem essa que deve ser demonstrada no seu próprio interior." (p. 63)

Rocha (1992), por sua vez, comenta que a Matemática deveria ser vista como uma "recriação, um reinventar em vez de substituições numéricas, num saber pronto e acabado." Para que essas condições possam acontecer, é preciso pois, que a Matemática passe ser vista pelo aluno não como uma imposição, mas como um conhecimento que venha a nascer da necessidade das explicações alternativas para a resoluções dos problemas sociais, bem como aqueles causados pela aplicação insensata da ciência a tecnologia.

É importante lembrar que a matemática desde o seu nascimento vem acompanhando os processos de ciência e tecnologia e é impossível negar a sua contribuição no desenvolvimento de novas tecnologias. Porém é premente que o conhecimento matemático não apenas contribua na produção de novas tecnologias. É necessário contribuir na reflexão sobre a utilização dessas na sociedade. É primordial que todas as instituições que desenvolvem uma educação tecnológica possam também questionar o papel dessas tecnologias, tanto no sentido de benefícios como malefícios. E não obstante a matemática desempenha importante papel como conhecimento reflexivo, que além de transmitir o conhecimento científico acumulado pela humanidade, irá também discutir as condições para obtenção desse conhecimento, estando a par dos problemas sociais, causados pela má aplicação desse conhecimento.

Além disso é importante que se estabeleça uma interação professor-aluno-realidade social que possibilite uma integração da Matemática com o cotidiano e com as demais áreas do conhecimento, uma vez que, o ensino da Matemática deve ser entendido como parte de um processo global na formação do aluno, enquanto ser social. Também é importante ressaltar que o objetivo de todo o ensino, seja de Matemática, seja de qualquer outra disciplina, é transmitir idéias, estimular o pensamento e supor a possibilidade de um ensino criativo, significativo e questionador.

O desafio para a educação, principalmente no que se refere à Educação Matemática, está em preparar a cada dia que passa, a ponte entre o passado e o futuro, através do presente; em utilizar os conhecimentos construídos como base para os atuais; bem como um projetar para que esses conhecimentos possam atender às necessidades futuras dos alunos, não só no dia-a-dia do mercado de trabalho mas também como pessoas comprometidas com as questões sociais. Impulsos iniciais devem ser dados no sentido mudar a forma como a matemática vem sendo desenvolvida no currículo dos cursos de tecnologia, pois por pequenas que possam ser as contribuições presentes, podem significar muito no futuro.

Metodologia

O estudo será desenvolvido tendo como uma de suas bases a Pesquisa Qualitativa, uma vez que de acordo com Chizzotti (1991) ela destaca o "observador como parte integrante do processo de conhecimento o qual interpreta os fenômenos e lhes atribui significado, concebendo o objeto como um dado não neutro, carregado de significações e relações com o sujeito, visando ações." O fato de prevalecer o caráter qualitativo, não significa ignorar os dados quantitativos. O que pretendendo é extrapolar os números, investigando profundamente

ações e os significados que os sujeitos tem sobre a matemática no contexto da educação tecnológica.

Dentro da pesquisa qualitativa, optei pela pesquisa de campo, pois ela me permitirá conseguir maiores informações sobre o problema em questão através de um estudo exploratório, cuja a principal característica é a flexibilidade, o que me permite a familiarização com o problema, tornando-o mais explícito. Com base nos procedimentos técnicos utilizarei o estudo de caso, sendo que ele "visa à descoberta, ao desvelar de um fenômeno em sua multiplicidade de dimensões focalizando-o como um todo." (Baraldi, 1999, p. 22) Outra característica pela qual escolhi trabalhar com o estudo de caso deu-se pelo fato de que não necessito criar um ambiente especial para o meu estudo; ele se dá num contexto que já existe, me permitindo completa imersão no ambiente pesquisado.

Lançarei mão também, da entrevista semi-estruturada, que será realizada com os docentes e acadêmicos do Curso Superior de Tecnologia em Mecânica. Escolhi esse tipo de entrevista, pois permite ao entrevistador e ao entrevistado ficarem frente a frente, podendo serem esclarecidas questões que geram dúvidas, permitindo dessa forma uma maior exploração do conhecimento do informante.

Após a aplicação dos instrumentos de pesquisa será realizada a análise dos dados que poderá resultar no retorno à fonte onde os mesmos foram coletados, devido às análises contínuas que serão realizadas; nessas análises se levarão em conta não só os dados, mas também a literatura consultada.

Bibliografia

BARALDI, Ivete Maria. Matemática na escola: que ciência é esta? Bauru: EDUSC, 1999

BASTOS, João Augusto de S. L. de Almeida. O ensino médio, a grande questão. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 78, n ° 188/189/190, p. 285-304, jan/dez, 1997

BAZZO, Walter A. Educação Tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2000

_____&COLOMBO, Ciliana R. Educação Tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. Revista de Ensino de Engenharia, v. 20, no. 1, p.9-16, 2001

CARDOSO, Tereza Fachada L. Sociedade e desenvolvimento tecnológico: uma abordagem histórica In: Educação Tecnológica: desafios e perspectivas São Paulo: Cortez, 1999

CHEVALLARD, Yves. Estudar matemáticas: o elo perdido entre o ensino e aprendizagem. Trad. Daisy Vaz de Moraes. Porto Alegre: Artmed Editora, 2001

CHIZZOTTI, Antonio. Pesquisa em ciências humanas e sociais. São Paulo: Cortez, 1980

D'ÁMBROSIO, Ubiratan. Da realidade à ação: reflexões sobre a educação e matemática. São Paulo: Summus, 1986

DEL PINO, Mauro A. B. Inovações tecnológicas e demanda educacional. In: Educação, Trabalho e Novas Tecnologias: as transformações nos processos de trabalho e de valorização do capital. Rio Grande do Sul: Educação Universitária, 1997

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. A interpretação e o fazer do professor: a possibilidade do trabalho hermenêutico da educação matemática. Rio Claro, 1992. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Departamento de Matemática. Universidade Estadual Paulista "Campus" de Rio Claro.

GRINSPUN, Mirian P.S. Zippin. Educação Tecnológica In: Educação Tecnológica: Desafios e Perspectivas São Paulo: Cortez, 1999

MORTIMER, Eduardo Fleury & SANTOS, Widson Luiz P. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. Ciência e Educação, v. 07, no. 1 p.95-111, 2001

MOYSES, Lucia. Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática. São Paulo: Papirus, 1997

PAIVA, Vanilda. Inovações tecnológicas e qualificação. In: Revista Educação & Sociedade. São Paulo. n ° 50, 1995

ROCHA, Maria da Conceição Ferreira. Heurística e Educação Matemática. Educação em Revista, Belo Horizonte, n ° 16, p. 31-38, dez 1992

ROMANO, Cezar Augusto. O desafio de uma nova proposta para graduação na Educação profissional: o caso do CEFET-PR. Santa Catarina, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina.

_____ Tecnólogo: profissional especializado e o desenvolvimento nacional: perspectivas. Revista Tecnologia & Humanismo. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, ano 6, n ° 8 maio, 1989

SKOVSMOSE, Ole Educação Matemática Crítica: a questão da democracia. Campinas, SP: Papirus, 2001.

O Ensino de Matemática por Meio da Resolução de Problemas Usando Computadores

Norma Suely Gomes Allevato
Orientadora: Prof. Dra. Lourdes de la Rosa Onuchic
UNESP - Rio Claro

rodução

O presente tem como objetivo apresentar a pesquisa, em nível de doutorado, que nho desenvolvendo junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da ESP - Rio Claro. A partir da proposta metodológica de Romberg (1992), a qual abordei em vato (2001), elaborei o plano para essa pesquisa, cujo fenômeno de interesse é o ensino da temática por meio da resolução de problemas usando computadores. Vale destacar que a squisa será realizada junto ao curso superior de Administração de Empresas onde atuo mo docente.

r que Resolução de Problemas e Computadores em Cursos Superiores

A chegada do século XXI com características fortemente delineadas pela Terceira volução Industrial nos coloca, os profissionais da educação, diante da necessidade de ensar nossas posições. Os objetivos de nosso trabalho, os esforços e os recursos materiais ntelectuais devem ser reorientados com vistas à adequação das atividades a uma nova lidade. No ensino superior, em que se tem como foco a formação profissional, as ações vem ser conduzidas à formação de cidadãos efetivamente capacitados a atender às atuais mandas sociais e do mundo do trabalho. A própria LDB, em seu artigo 2°., §XI, estabelece mo um dos fins da Educação Nacional a "vinculação entre a educação escolar, o trabalho e práticas sociais".

As muitas possibilidades de enfoque que caracterizam a ação docente nos levam, no professores universitários, a buscar novas maneiras de promover o desenvolvimento de ticas atualizadas, fundamentadas em relacionamento dialético entre teoria e prática, que nduzam os alunos a "aprender a pensar sobre o que se faz" mais do que, propriamente, render a fazer" (SALM, 1992).

A realidade social e profissional atual configura-se pelas constantes mudanças e pelo nfronto permanente com novos problemas. Desse modo é preciso promover ambientes de sino em que os alunos sejam constantemente estimulados a construir novos conhecimentos, s não mais é producente, simplesmente, acumular informações. Capacidade de adaptação a vas situações, persistência e flexibilidade no enfrentamento e busca de soluções para novos oblemas são qualidades fundamentais que devem, tanto quanto possível, ser estimuladas e senvolvidas nos alunos dos cursos superiores.

Ainda, a atualização da prática docente e a instituição de novos objetivos e funções educação escolar, inegavelmente incluem considerar instrumentos tecnológicos. Aqui cabe ientar que a simples introdução, por exemplo, de computadores no ensino não pressupõe novação: é preciso trabalhar com a consciência das possibilidades e implicações a que eles nduzem em termos de repensar as finalidades, o papel, a prática e a eficiência do ensino.

Nesse contexto insere-se a Educação Matemática: as pontecialidades do computador, em nível de cálculo, visualização e modelação, favorecem uma aprendizagem significativa da Matemática por meio de atividades que visam estimular a descoberta e a resolução de problemas. Segundo Borrões (1998), o computador "é o instrumento mais poderoso de que actualmente dispõem os educadores matemáticos para proporcionar este tipo de experiências aos seus alunos" (p.1).

Também relevante neste contexto é a valorização da Matemática que, por sua própria natureza e seu papel no desenvolvimento tecnológico, tem sido indicada como uma das mais importantes vias de acesso ao conhecimento e às habilidades cobradas pela sociedade atual. A decodificação de linguagens, o raciocínio, a capacidade de resolver novos problemas, a familiaridade com ambientes simbólicos podem ser, de certa forma, resultado da prática do pensamento matemático. Em especial, aos profissionais formados pelos cursos superiores ditos da "área de negócios" (Administração de Empresas, Ciências Contábeis, entre outros) tem sido recomendada especial ênfase ao que denominam métodos quantitativos.

Finalmente, ao considerar a relação entre o conhecimento matemático, propriamente dito, e a sociedade atual, Onuchic (1999) ressalta:

"Ao passar de uma sociedade rural, onde 'poucos precisavam conhecer matemática', para uma sociedade industrial onde mais gente 'precisava aprender matemática' em razão da necessidade de técnicos especializados, daí para uma sociedade de informação onde a maioria das pessoas 'precisa saber matemática' e, agora, caminhando para uma sociedade do conhecimento que exige de todos 'saber muita matemática', é natural que o homem se tenha interessado em promover mudanças na forma de como se ensina e como se aprende matemática" (p.200).

Referencial teórico

A pesquisa que venho desenvolvendo apóia-se especialmente em dois campos teóricos: a resolução de problemas e a utilização de computadores no ensino de Matemática.

Saliente-se que, entre as pesquisas em Educação Matemática há diferentes maneiras de conceber a resolução de problemas. Mendonça (1993) identifica três modos:

1) como um objetivo, em que se ensina Matemática para resolver problemas;

2) como um processo, em que a ênfase está no desempenho e nas estratégias utilizadas pelos alunos;

3) como ponto de partida, em que o problema é considerado como um elemento que desencadeia um processo de construção do conhecimento.

A autora considera que esta última concepção contraria a primeira e abrange, ao menos parcialmente a segunda e esclarece que "sob esse enfoque, problemas são propostos ou formulados para contribuir na formação dos conceitos antes mesmo de sua apresentação em linguagem matemática" (p. 260).

Em Schoenfeld (1989) é evidente o posicionamento quanto ao fato de que o ponto central do fazer matemática deveria ser um ato de dar sentido ao que se está fazendo e destaca que os fatos e procedimentos que os alunos aprendem no ensino da Matemática deveriam ser "um meio para um fim, e não um fim em si mesmo" (p.82).

Não são diferentes as considerações apresentadas por Onuchic (1999) entre as quais destaco:

> *"a Resolução de Problemas não é uma atividade para ser desenvolvida em paralelo ou como aplicação da aprendizagem, mas como orientação para a aprendizagem" (p. 215).*

Assim, o ensino da Matemática por meio da resolução de problemas configura-se como uma metodologia de ensino. Esta metodologia de ensino tem sido recomendada, inclusive, em orientações curriculares atuais. No Brasil, as diretrizes curriculares estabelecidas para os cursos de graduação em Administração de Empresas, determinam que sua organização curricular deve "tratar os conteúdos de modo contextualizado, por meio do aproveitamento das relações dos conteúdos e dos contextos com o intuito de se dar significado e utilidade ao aprendizado". Com respeito às práticas pedagógicas essas mesmas diretrizes recomendam "adotar procedimentos que visem à problematização dos assuntos tratados e à assimilação ativa dos conhecimentos". Embora não esteja explícito no texto, considero que o ensino de Matemática Poe meio da resolução de problemas seja bastante apropriada a tais orientações contidas nessas diretrizes.

Mesmo entre os matemáticos, cuja prática de ensino em geral reflete a forma como tradicionalmente concebem a Matemática - como uma seqüência de definições, teoremas, exemplos, aplicações - também há os que se manifestam nesse sentido. Lima (1999) considera que o ensino de Matemática deve abranger três componentes fundamentais os quais chama de conceituação, manipulação e aplicações. Esclarece que, da forma como entende, as aplicações do conhecimento matemático incluem a resolução de problemas e afirma: "Cada novo capítulo do curso deveria começar com um problema cuja solução requeresse o uso da matéria que vai começar a ser ensinada" (p. 6).

No que se refere à inserção dos computadores no ensino de Matemática, alguns trabalhos têm contribuído substancialmente para o aprimoramento e aprofundamento das compreensões de questões relativas à aprendizagem. Pesquisas realizadas com alunos utilizando sistemas de computação algébrica, os quais possibilitam manipulação simbólica, construção de gráficos e tabelas com facilidade, evidenciam que o foco da aprendizagem desvia-se dos procedimentos para os conceitos. As representações múltiplas e as relações que as vinculam permitem ao aluno conectar conhecimentos que, de outra forma, permaneceriam separados; porém, se conectados, geram compreensões matemáticas mais amplas e completas (PIERCE E STACEY, 2001; VILLARREAL, 1999; BORBA, 1993). Aproveitando as possibilidades de exploração e experimentação que esses sistemas oferecem, alunos e professores vivenciam ambientes de aprendizagem extremamente favoráveis à construção (ou re-construção) do conhecimento. Essa construção, no entanto, não apresenta mais natureza linear, mas configura-se como rede (Machado, 2000; TALL, 1989) devido à grande diversidade de caminhos que podem surgir no trabalho com computadores.

Considero, desse modo, não só a necessidade, como também a conveniência de discutir a associação da metodologia de ensino da Matemática por meio da resolução de problemas com as possibilidades decorrentes do uso do computador no ensino. Entendo esta conveniência no sentido de que as experiências vivenciadas pelos alunos com aquela metodologia de ensino podem ser substancialmente ampliadas com a utilização dos computadores.

Os Objetivos e a Pergunta de Pesquisa

Apoiando-me, portanto, nas justificativas apresentadas na seção II e nas pesquisas realizadas nestes campos teóricos elaborei o objetivo de minha pesquisa que é obter compreensões sobre o processo de ensino-aprendizagem-avaliação quando se oferece a alunos do curso de Administração de Empresas a oportunidade de aprender Matemática por meio da resolução de problemas usando computadores.

Diante disso, a presente pesquisa propõe desenvolver análise das evidências que se verifiquem nesta associação, tendo a seguinte pergunta norteadora:

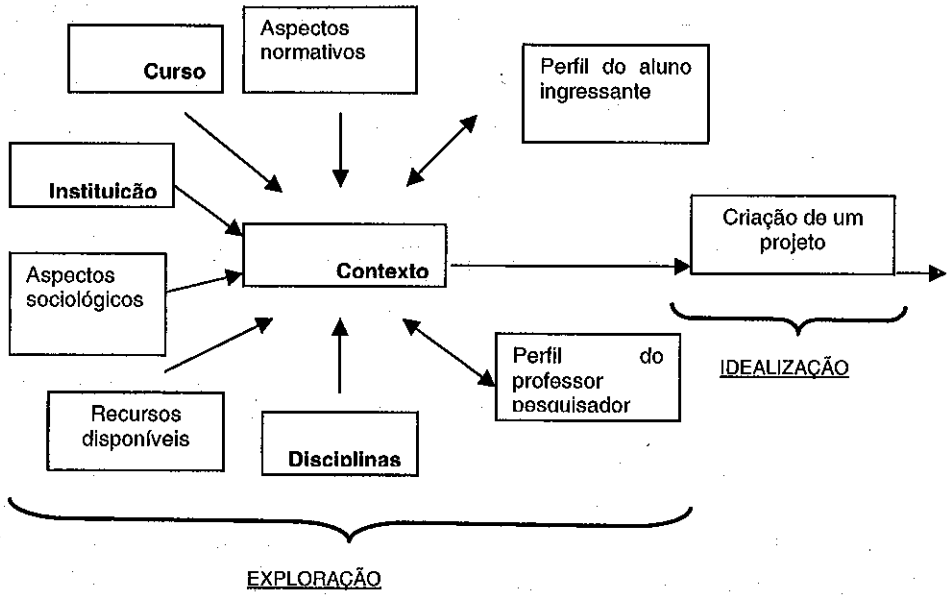
Como se realiza o processo de ensino-aprendizagem-avaliação quando se oferece aos alunos do curso de Administração de Empresas a oportunidade de aprender Matemática por meio da resolução de problemas usando computadores?

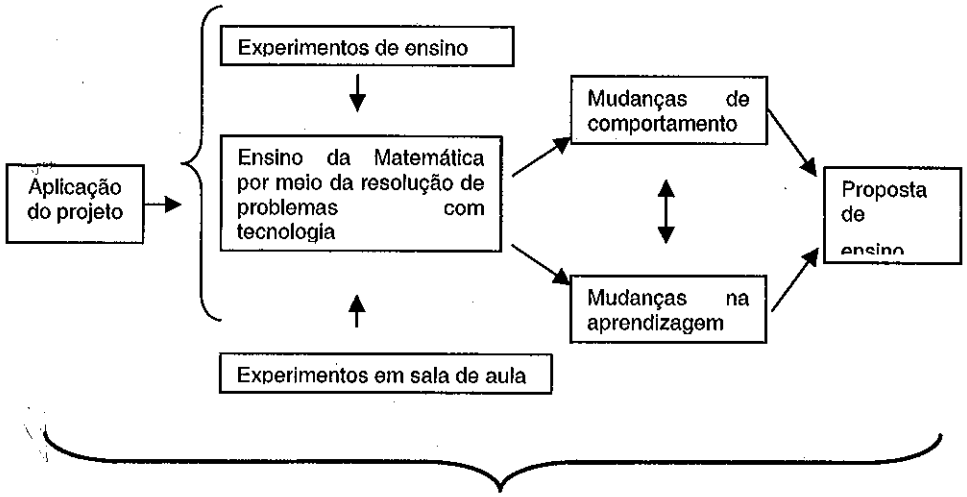
O Modelo Preliminar

O fenômeno de interesse e a pergunta de pesquisa caracterizam a curiosidade do pesquisador e correspondem ao ponto de partida para um trabalho de pesquisa. Eles têm origem no emaranhado de relações que compõem as questões relativas à Educação Matemática e que a configuram como um campo de estudo; um campo de estudo extremamente fértil.

A fim de dar uma orientação à pesquisa e tentar desvendar, ao menos parcialmente, este emaranhado de relações Romberg (1992) propõe a construção do que denomina modelo preliminar. O modelo preliminar é um dispositivo heurístico que ajuda a 'clarear' um fenômeno complexo e serve como ponto de partida e como orientação para o desenvolvimento do processo de pesquisa. "Consiste num conjunto de variáveis componentes do fenômeno e das relações entre elas. Variáveis são os elementos que compõem e interferem no fenômeno de interesse" (ALLEVATO, 2001, p.361). Segundo Romberg (1992), a construção de um modelo preliminar é uma atividade muito importante, que deveria ser realizada por todos os pesquisadores.

Para essa pesquisa elaborei o modelo preliminar a seguir no qual destaco três partes as quais expressam três momentos da pesquisa, a saber: a de exploração, a de idealização e a de realização, não necessariamente disjuntas:





Realização

Na fase de exploração a principal tarefa é caracterizar o contexto da pesquisa; na fase de idealização serão preparados as atividades e os experimentos para coleta de evidências; na última fase, a de realização, serão realizados: os experimentos, a interpretação das evidências e a elaboração do texto da tese.

Os Procedimentos de Pesquisa Escolhidos

Na fase de exploração, que teve como objetivo explicitar o contexto da pesquisa, foram utilizados análise documental (pesquisas sobre aspectos da realidade social atual, leis e regulamentações para os cursos superiores de Administração de Empresas, projeto pedagógico do curso e programas de disciplinas) e questionários (para delinear o perfil do aluno ingressante).

Na fase de idealização, em que ainda me encontro, ocorrerá a elaboração e a criação do projeto, o qual inclui a escolha do(s) software a ser utilizado e elaboração de atividades, que serão realizadas pelos alunos, envolvendo resolução de problemas e o uso desse(s) software. Os software escolhidos foram o Excel e o Winplot.

O Excel, sendo uma planilha eletrônica, possui vários atributos que o tornam um recurso bastante rico. Antes de mais nada porque nele nada aparece feito, pelo contrário tudo tem que ser construído; o que se possa explorar do Excel dependerá do aluno, de sua capacidade de relacionar estruturas de caráter numérico, algébrico, lógico e gráfico. Ele permite, ademais, trabalhar com grande quantidade de números e seu funcionamento recursivo constitui-se num atributo bastante interessante.

O Winplot é um software gratuito, gráfico e algébrico, muito poderoso e eficiente no estudo de funções de uma ou duas variáveis, derivadas, integrais, equações diferenciais e outros assuntos. Deste modo enquadra-se bem ao conteúdo que será trabalhado com os alunos, qual seja funções de uma variável, limites, derivadas e suas aplicações. É especialmente simples de ser utilizado e disponível em português (sua versão original foi produzida em língua inglesa).

Acredito que a associação destes dois programas no ensino de Matemática permitirá aos alunos vivenciar experiências interessantes na resolução de problemas. Possivelmente poderão perceber qual programa é mais apropriado a cada situação, e explorar dois software que, embora totalmente diferentes um do outro, oferecem muitas possibilidades de utilização na aprendizagem da Matemática ou em outras áreas.

As atividades estão sendo elaboradas; nessa tarefa são determinantes os estudos já realizados sobre resolução de problemas e sobre computadores no ensino da Matemática, as possibilidades dos software escolhidos e conteúdos matemáticos a serem desenvolvidos.

A Fase Seguinte

A aplicação do projeto (terceira fase ou fase de realização) deverá ocorrer no segundo semestre do corrente ano. As atividades serão aplicadas em sala de aula pelo próprio

pesquisador, que é o professor da turma, a alunos da disciplina Matemática I, do primeiro semestre do curso superior de Administração de Empresas.

O registro das observações será feito em dois diários de campo: um com as anotações do próprio professor-pesquisador e outro por um observador, um pesquisador da área de Educação Matemática, que acompanhará toda a aplicação do projeto. A importância do observador reside no fato de que ele terá mais condições de registrar algumas evidências relevantes que o pesquisador, sendo também professor, porventura possa não perceber por estar envolvido nas atividades referentes ao ensino. Pretende-se também vídeo-gravar essas aulas, a fim de agregar elementos que possam subsidiar e enriquecer a interpretação das evidências.

A interpretação das evidências (comumente chamada análise de dados) deverá ser feita por categorização, fundamentada no inter-relacionamento do referencial teórico da pesquisa com os registros das evidência coletadas (BOGDAN; BIKLEN,1994), e sempre norteada pelos objetivos e a pergunta da pesquisa.

Bibliografia

ALLEVATO, N. S. G. Como pesquisar em Educação Matemática:a proposta de Romberg. Anais do V Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. PUC: São Paulo, 2001.p. 359-363.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Lisboa: Porto Editora, 1994. 336p.BORBA, M. C. Funções, representações múltiplas e visualização na Educação Matemática. Anais do Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, vol.1, p.71-90, 1993.

BORRÕES, M. L. C. O Computador na Educação Matemática. Lisboa, 1998. 78p.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação(1996), Lei nº 9394 / 96. Brasília, DF.

LIMA, E.L. Conceituação, manipulação e aplicações - os três componentes do ensino da Matemática. In: Revista do Professor de Matemática, n.41, 1999. p.1 - 6

MACHADO, N. J. Educação: projetos e valores. São Paulo: Escrituras Editora, 2000. 155 p.

MENDONÇA , M. C. D. Problematização: um caminho a ser percorrido em Educação Matemática. 1993. 307 p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas,1993.

ONUCHIC, L. R. Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. Pesquisa em Educação Matemática. São Paulo: Editora UNESP, 1999. cap.12, p.199-220.

PIERCE, R.; STACEY, K. Observations on Students' Responses to Learning in a CAS Environment. Mathematics Education Research Journal, vol.13, n.1, 2001. p.28-46.

ROMBERG, T. A. Perspectives on scholarship and research methods. In: GROUWS, D. A. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. New York: Macmillan Publishing and Company, 1992. Cap.3, p.49-64.

SALM, C. O Impacto das Novas Tecnologias e a Educação. In: BORGES. A. S. et al. O diretor-articulador do projeto da escola. São Paulo: FDE, 1992. Série Idéias, n. 15, p.15-20.

SCHOENFELD, A. H. Problem Solving in Context. In: The Teaching and Assessing of Mathematical Problem Solving. Vol. 3, NCTM Lawrence Erlbaum Associates, Restom, Virgínia, USA. 1989. Cap.5, p.82-92.

TALL, D. Concept Images, Generic Organizers, Computers, and Curriculum Change. For the Learning of Mathematics, Canada, n. 9(3) ,1989. p.37-42.

VILLARREAL, M. E. O pensamento matemático de estudantes universitários de Cálculo e tecnologias informáticas. 1999. 402 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro,1999.

Obstáculos Epistemológicos ao Cálculo Infinitesimal

Raquel Milani – raqmilani@yahoo.com.br
Orientador: Prof. Dr. Roberto Ribeiro Baldino
UNESP/Rio Claro – SP

Resumo

Venho, com este artigo, apresentar a análise de alguns dados de minha pesquisa na área de Cálculo Infinitesimal, e discutir o significado de uma oposição ao ensino de Cálculo via infinitésimos. Em Milani (2001), trouxe algumas concepções infinitesimais que surgiram durante um estudo piloto realizado em 2000 e um encontro com um grupo de alunos em 2001. Algumas dessas concepções serão retomadas e novas idéias dos alunos serão trazidas para dar suporte à posição por mim adotada. Um conflito constituído por essa posição e pela crítica ao ensino de Cálculo Infinitesimal será evocado para que uma discussão seja estabelecida. Discutirei e defenderei que essa crítica e uma das concepções apresentadas pelos alunos constituem obstáculos epistemológicos ao Cálculo Infinitesimal.

A pesquisa

As concepções infinitesimais são consideradas um obstáculo epistemológico à aprendizagem do conceito de limite (SIERPINSKA, 1987; SIERPINSKA, 1985; CORNU, 1983, e.g.). Segundo Cornu (1983, parágrafo 5.2), essas concepções constituem "o segundo grande obstáculo para o aluno; tudo se passa como se existissem números muito pequenos, menores que os 'verdadeiros' números, mas entretanto não nulos". Obstáculos epistemológicos estão sendo considerados, nesta pesquisa, no sentido de Bachelard (1983, p.147-149):

> [...] é em termos de obstáculos que se torna preciso apresentar o problema do conhecimento científico. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no próprio ato de conhecer, intimamente, que aparecem, por uma espécie de imperiosidade funcional, as lentidões e as dificuldades [...] conhecemos contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal feitos, superando-se o que, no próprio espírito, cria obstáculo à espiritualização. [...] Um obstáculo epistemológico se incrusta no conhecimento não discutido. Hábitos intelectuais que foram úteis e salutares podem, com o tempo, entravar a pesquisa.

O obstáculo é um conhecimento válido num certo contexto que passa a não funcionar quando inserido em outro contexto. Esse conhecimento tarda a deixar de funcionar, pois é fecundo em seu campo de validade. É importante para o processo de aprendizagem que o obstáculo apareça. Através dele, conhecemos algo novo, pois conhecemos contra algo anterior. O novo conhecimento não substitui o antigo. O que ocorre é uma fundição entre os dois conhecimentos. Reconhece-se no novo, o antigo.

Para que o obstáculo seja superado, deve existir um conflito. Segundo Tall e Vinner (1981), um conflito existe quando duas partes da imagem conceitual são evocadas simultaneamente e se contradizem, provocando inquietação ao aluno. Dessa forma, o estudante é levado a discutir e refletir sobre suas crenças, indo adiante no processo de aprendizagem.

Ao invés de esperar que as concepções infinitesimais emergissem, resolvi estimular seu aparecimento, como sugere Cornu (1991, p.162, tradução minha): "A construção de estratégias pedagógicas para o ensino deve, então, levar tais obstáculos em conta. Não é uma questão de evitá-los, mas, ao contrário, de levar os estudantes a encontrá-los e superá-los". Se os alunos ficassem sabendo que tais concepções são legítimas, que pode-se desenvolver um curso de Cálculo a partir delas, talvez, o obstáculo infinitesimal seria mais facilmente transposto.

Essas concepções foram estimuladas durante encontros com um grupo de alunos da graduação em Física, da UNESP, Rio Claro. Esses encontros foram organizados com o objetivo de saber como esses alunos lidavam com as concepções infinitesimais a respeito de assuntos de Cálculo, quando estudados segundo a abordagem infinitesimal. Para auxiliar a refletir sobre essa questão central da pesquisa, elaborei alguns pontos de interesse, a saber: que concepções espontâneas (CORNU, 1983) os alunos trouxeram para os encontros; que imagem conceitual (TALL; VINNER, 1981) de infinitésimo foi formada; que relação foi estabelecida pelos alunos entre a imagem conceitual e a definição formal (TALL; VINNER, 1981) de conceitos trabalhados. Neste artigo, trarei dados e a análise a respeito das duas primeiras questões de interesse.

A metodologia da pesquisa

A escolha metodológica foi por uma abordagem qualitativa de pesquisa. Para Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2001), este tipo de pesquisa segue uma tradição compreensiva ou interpretativa e parte "[...] do pressuposto de que as pessoas agem em função de suas crenças, percepções, sentimentos e valores e que seu comportamento tem sempre um sentido, um significado que não se dá a conhecer de modo imediato, precisando ser desvelado" (Ibid., p.131). Os dados são obtidos no contato direto do pesquisador com a situação pesquisada. São "descrições detalhadas de situações, eventos, pessoas, interações e comportamentos observados; citações literais do que as pessoas falam sobre suas experiências, atitudes, crenças e pensamentos [...]" (Ibid., p.132). Na presente pesquisa, esses dados foram representados pelas falas dos alunos nas situações de interesse do trabalho. O importante foi compreender essas falas e as respostas ao novo contexto de estudo. Os dados de caráter qualitativo possibilitaram, portanto, tal compreensão.

O grupo de alunos com o qual trabalhei, em 2001, era formado por quatro estudantes do curso de graduação em Física, da UNESP, Rio Claro, matriculados na disciplina de Cálculo I, baseada na teoria intuitiva de limite. Com esse grupo, desenvolvi, durante um mês, uma adaptação do que Steffe e Thompson (2000) chamam de experimento de ensino. Segundo os autores, um experimento de ensino é uma seqüência de episódios de ensino que objetiva a "[...] exploração e explicação da atividade matemática dos estudantes" (Ibid., p.273, tradução minha). Deve ocorrer durante um longo período de tempo, para que o professor-pesquisador possa fornecer uma justificativa ontogenética para a Matemática. O experimento de ensino realizado na presente pesquisa teve duração de um mês, e não foi pensado segundo o objetivo de fornecer tal justificação. Por esses dois motivos, os quatro encontros com os alunos (quatro episódios de ensino) foram denominados de adaptação de experimento de ensino, segundo a posição de Steffe e Thompson (2000). Trabalhamos com assuntos referentes ao Cálculo Infinitesimal, a saber: derivadas de funções, idéia de integral e segundo teorema fundamental do Cálculo, todos auxiliados pela ferramenta zoom do software Corel Draw. Após esses quatro encontros, solicitei aos alunos que preparassem uma apresentação ao restante da turma e à

professora responsável, a respeito do que eles haviam estudado sobre Cálculo Infinitesimal. Ao total, então, foram seis encontros, sendo que em quatro deles desenvolvemos os temas acima, em um encontro os alunos prepararam a apresentação e, no último, ocorreu tal apresentação. Essa estrutura dos seis encontros foi baseada no método adotado por Sierpinska (1987).

As concepções espontâneas infinitesimais dos alunos

No primeiro encontro de Cálculo Infinitesimal, perguntei aos alunos se eles já haviam ouvido falar em infinitésimo, se lembravam de alguma figura ou palavra relacionada com infinitésimo. As respostas apresentadas foram as seguintes: "ouvi relacionado a pontos muito pequenos, quase desprezíveis", "pontos infinitamente pequenos", "ouvi relacionado a dízimas", "ouvi relacionado a fractais, no sentido de tender ao unidimensional. Vai diminuindo tanto que perde a dimensão. Você pode desprezar dependendo do seu ponto de vista, dependendo de onde você está olhando". Em seguida, perguntei se 0,99... era menor ou igual a 1. As respostas foram na seguinte direção: "são bem próximos, mas 0,99... é um pouquinho menor que 1. Por menor que seja a diferença entre eles, o 1 é maior que 0,99...", "se você for arredondar, se for olhar só para as reticências você diz que é 1. Mas sem arredondar, o 1 é maior que 0,99...".

Com esses questionamentos, incentivei o aparecimento das concepções que os alunos tinham sobre infinitésimo. Para eles, 0,99... é menor que 1. Por menor que seja a diferença entre esses números, ela existe e, portanto, 1 sempre é maior que 0,99... Em momentos seguintes do encontro, disse aos alunos que essa diferença era um número: um infinitésimo, ao qual o grupo de alunos havia associado a idéia de ponto infinitamente pequeno, por vezes, desprezível. Essas são as concepções espontâneas infinitesimais apresentadas pelos alunos. Segundo Cornu (1983), concepções espontâneas são idéias e imagens associadas a um conceito que os estudantes trazem sem a influência de um ensino organizado sobre esse conceito. São idéias que podem vir de outras áreas da Matemática ou de outra ciência, assim como, da vida não escolar do estudante. Utilizo o termo infinitesimais ao falar das concepções, pois, nesse momento do primeiro encontro, estávamos tratando do conceito de infinitésimo.

O que fazer com essas concepções infinitesimais? O que fazer sabendo que essas concepções existem no pensamento dos alunos? O que, geralmente, é feito num curso tradicional de Cálculo, trabalhado segundo a noção intuitiva do conceito de limite, é ignorar tais idéias, pois não são as legítimas. Assim, elas acabam sendo negligenciadas para que sejam implantadas idéias relativas ao conceito de limite. Mas as concepções infinitesimais não desaparecem nem do pensamento dos alunos, nem do discurso do professor. Continuam funcionando, porém, como concepções clandestinas (BALDINO, 1995). Os alunos não podem responder como tal numa prova, por exemplo, pois o que é correto e legítimo é o conceito de limite.

O que veio dos alunos foram concepções infinitesimais, que constituem o obstáculo infinitesimal quando se quer ensinar limites. É obstáculo, pois o conceito de limite não consegue dar conta de explicar tais concepções. No contexto de limite, tais concepções não funcionam. Cornu (1991) sugere que esse obstáculo seja reconhecido, que os alunos o encontrem. Para superá-lo, as concepções infinitesimais devem ser verbalizadas e legitimadas, como conhecimento aceito matematicamente. Essa foi a atitude tomada nos encontros de Cálculo Infinitesimal. Se há uma teoria rigorosa que aceita as concepções infinitesimais dos alunos, por que negá-las? Essas concepções podem indicar um caminho a ser seguido num

curso de Cálculo. Foi a partir delas, que comecei a desenvolver os conceitos do Cálculo Infinitesimal, nos encontros com o grupo de alunos.

O infinitésimo está no mundo

Em vários momentos dos encontros, trabalhamos com o cálculo de derivadas via abordagem infinitesimal. Como exemplo, trago o cálculo da derivada da função x^3:

$$y=x^3=f(x)$$
$$dy=(x+dx)^3-x^3$$
$$dy=x^3+3x^2dx+3xdx^2+dx^3-x^3$$
$$dy=3x^2dx+3xdx^2+dx^3$$
$$dy=dx(3x^2+3xdx+dx^2)$$
$$\frac{dy}{dx}=3x^2+3xdx+dx^2$$
$$f'(x)=y'=re\left[\frac{dy}{dx}\right]=$$
$$re[3x^2+3xdx+dx^2]=3x^2$$

Por definição, a derivada é a parte real do quociente $\frac{dy}{dx}$, onde dy e dx são infinitésimos. No exemplo acima, $3x^2$ é a parte real e $3xdx+dx^2$ é a parte infinitesimal. Na apresentação ao restante da turma e à professora responsável pela disciplina, os alunos mostraram um cálculo semelhante a esse. Ao justificar o resultado da derivada, eles apresentaram as seguintes idéias: "porque os infinitésimos são infinitamente pequenos, não vão influenciar tanto o resultado", "a parte infinitesimal é tão pequena que pode ser desprezada", "quando a gente faz a derivada a gente só pega a parte real", "os infinitésimos não existem nos reais". Nas duas últimas justificações, os alunos argumentaram segundo a definição formal de derivada. As duas primeiras foram baseadas na imagem conceitual, pois as concepções espontâneas infinitesimais tão pequena, infinitamente pequenos e desprezível, vieram imbricadas. Para os alunos que responderam dessa forma, houve a preponderância da imagem conceitual sobre a definição formal.

Ao justificarem a solução dada, um colega da turma perguntou: "Mas existe algum exemplo em que se usa esse infinitésimo?" Os quatro alunos responderam: "Você teria que estar trabalhando com os hiper-reais", "partículas extremamente pequenas que qualquer alteração possa afetar o resultado que você quer", "Se você estiver trabalhando com raios ou partículas subatômicas, pode ser que esse infinitésimo seja incluído na conta", "se você estiver calculando o coeficiente de dilatação de uma barra de ferro numa ferrovia, no acoplamento de uma barra a outra para permanecer unidas, para juntar os trilhos, esse infinitésimo vai fazer muita diferença naquela dilatação do ferro".

Para os alunos, existem casos em que os infinitésimos são desprezados, como no cálculo da derivada, e casos em que, se não forem contados, farão muita diferença no

resultado. Os exemplos trazidos para essa última situação, foram do contexto do curso dos alunos: graduação em Física. No exemplo da dilatação do ferro, encontramos uma concepção de soma infinita: a dilatação total foi concebida como a integração de dilatações infinitesimais. Ao pensarem em infinitésimos, os alunos começaram a pensar na estrutura da matéria, como sendo constituída de partículas infinitesimais. Quando os alunos afirmaram, no primeiro encontro, que a diferença entre 1 e 0,99... existia, ela, de fato, existia, e estava presente no mundo. Essa concepção não é uma surpresa. Harthong (1983) já havia comentado sobre essa questão relacionada a uma característica do profissional em Física:

> Nós podemos considerar o físico que estuda o comportamento macroscópico de um fenômeno, cujo comportamento microscópico é muito complexo para ele, como sendo um observador limitado que apreende apenas a sombra das coisas. O comportamento microscópico será descrito por funções não-standards (p.1200, tradução minha).

Enxergar os infinitésimos no mundo, fazendo parte dos objetos, é uma concepção que, segundo Bachelard (1980), constitui o obstáculo realista. O conhecimento em questão é a crença de que a magnitude é uma propriedade física do objeto. A dilatação de tamanho infinitesimal é uma propriedade da barra de ferro. O infinitésimo estava presente na barra de ferro. Esse obstáculo surgiu no último encontro de Cálculo Infinitesimal, na apresentação dos alunos. Como era a última reunião, não tive a oportunidade de trabalhar com esse obstáculo.

A imagem conceitual de infinitésimo do grupo de alunos foi alargada. Antes da apresentação, os alunos tinham evocado concepções espontâneas infinitesimais, como infinitésimos são pontos infinitamente pequenos, e, por vezes, desprezíveis; idéias vindas da definição formal, como infinitésimo é um número; e outras. A concepção de que os infinitésimos fazem parte da matéria, apresentada no último encontro, tornou-se parte da imagem conceitual. Se tivesse a oportunidade de ter trabalhado com esse obstáculo, talvez, a estrutura cognitiva dos alunos sobre infinitésimo teria se reestruturado. Isso pode acontecer quando obstáculos epistemológicos aparecem e quando novos conhecimentos são construídos.

Crítica aos infinitésimos: seu significado

Quando se trabalha com o Cálculo Infinitesimal, é comum surgir uma opinião de oposição a essa teoria. Um exemplo dessa situação é o parecer de um dos revisores, de uma conferência internacional, sobre o artigo intitulado The theory of limits as an obstacle to infinitesimal analysis (BALDINO e MILANI; 2002), que submetemos para apresentação. A seguir, mostro algumas frases desse revisor: "Tudo o que se prova através da Análise Não-Standard (ANS), pode ser provado pela Análise Real. Nada de novo pode ser feito com a abordagem da ANS. ANS nunca chegou a dar certo. É um dead horse, pelo menos em sala de aula. É ridículo pensar em trocar limites por infinitésimos".

O que isso significa? Que tipo de pensamento é esse? Que ensino é esse? Acredito que é uma concepção de ensino que se fundamenta na idéia de que o centro desse processo é a Matemática. O conteúdo matemático está em primeiro plano. O professor preocupa-se principalmente em como falar sobre um conceito em sala de aula, para que ele possa ser entendido por seus alunos. Os conceitos, os conteúdos matemáticos já estão determinados há muito tempo para um curso de Cálculo. A teoria já está posta, não precisa-se de outra. É a dos limites, fundamentada pelos epsilons e deltas. Resta pensar em como falar sobre isso para os

alunos. Escutar o que o aluno traz para sala de aula não interessa. Nesse sentido, nada de novo pode ser feito com a abordagem da ANS.

A posição acima explicitada, não é a que defendo. Minha visão vai no sentido oposto. Acredito que o centro do processo de ensino é o aluno. O importante não é preocupar-se em como falar sobre um assunto matemático. O centro não é a Matemática. O fundamental é ouvir o que o aluno tem a dizer a respeito do que será estudado. É a partir das concepções que ele traz para a sala de aula que o professor deve pensar em como agir. O que os alunos trazem, em um curso de Cálculo, são concepções espontâneas infinitesimais. É com isso que deve-se trabalhar. Segundo a posição de crítica ao Cálculo Infinitesimal, exemplificada anteriormente, a ANS é colocada como objeto de ensino no lugar do Cálculo. Os conceitos e sua formalização são introduzidos juntamente. Acredito que o objetivo de um curso de Cálculo é trabalhar com idéias intuitivas dos conceitos e com suas aplicações. A formalização desses conceitos deve ser feita em um momento posterior, numa disciplina de Análise.

Portanto, em que sentido nada de novo pode ser feito com a abordagem da ANS? Matematicamente, tudo que se prova através da Análise Real pode ser provado pela ANS e vice-versa. Nesse sentido, ou seja, matematicamente, nada de novo pode ser feito com a ANS. Mas, e em sala de aula? Essa teoria acolhe as concepções espontâneas infinitesimais dos estudantes. Ela sustenta e fundamenta o pensamento infinitesimal dos alunos. A abordagem da ANS nos permite pensar em um curso de Cálculo Infinitesimal, cujas idéias serão fundamentadas, posteriormente, em outra disciplina.

O discurso de oposição aos infinitésimos é assumido por alguns professores. Com a especificação dessa posição, entendo que tal discurso se constitui como sendo um obstáculo epistemológico, no sentido de Bachelard (1983), para os professores, da teoria dos limites ao trabalho com o Cálculo Infinitesimal. Para superar o obstáculo, precisa haver um conflito. No sentido de Tall e Vinner (1981), duas crenças contraditórias devem ser evocadas simultaneamente para que ocorra o conflito. Na presente questão, as duas crenças são a crítica aos infinitésimos, associada à idéia de que o centro do processo de ensino é a Matemática, e a posição defendida por mim, de que o centro do processo é o aluno e as concepções que ele traz para a sala de aula.

Considerações finais

Nesse artigo, mostrei que as concepções infinitesimais estão presentes no pensamento dos alunos, confirmando o que se encontra na literatura sobre o assunto, como em Milani (2001), Baldino (2000), Baldino (1995), Sierpinska (1985), Cornu (1983) e Tall e Schwarzenberger (1978). Tais concepções constituem um obstáculo epistemológico, no sentido de Bachelard (1983), à aprendizagem do conceito de limite. O que ainda não está claro na literatura é sobre a existência de obstáculos no trabalho com o Cálculo infinitesimal. Dois deles foram mostrados nesse artigo. Um deles surgiu para os alunos quando explicitaram a concepção de que os infinitésimos faziam parte da matéria. É o obstáculo realista, segundo Bachelard (1980). O outro obstáculo surgiu no discurso de professores em oposição ao Cálculo Infinitesimal. Essa posição está relacionada à concepção de que o centro do ensino é a Matemática e não o aluno. Minha posição é contrária a essa. Acredito no lema "Ensina-se ouvindo, aprende-se falando". O conflito, portanto, está posto. Espero ter causado alguma inquietação aos leitores. O debate é bem vindo.

Bibliografia

ALVES-MAZZOTTI, A. J., GEWANDSZNAJDER, F. O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2001. 203 p.

BACHELARD, G. Epistemologia. (Trechos Escolhidos). Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1983.

BACHELARD, G. La Formation de l'Ésprit Scientifique. Paris: J. Vrin, 1980.

BALDINO, R. R. Infinitésimos: quem ri por último?. Boletim GEPEM, n.36, p.69-82, 2000.

BALDINO, R. R. Cálculo Infinitesimal: passado ou futuro?. Temas e Debates, Blumenau, v.8, n.6, p.5-21, 1995.

BALDINO, R. R., MILANI, R. The theory of limits as an obstacle to infinitesimal analysis. Proceedings of PME 26, 2002. (A ser publicado)

CORNU, B. Limits. In: TALL, D. (Ed.). Advanced Mathematical Thinking. Dordrecht: Kluwer, 1991. p. 153-166.

CORNU, B. Aprentissage de la notion de limite: conceptions et obstacles. Tese (Doctorate de Toisieme Cycle de Mathèmatiques Pure) – Universite Scientifique et Medicale de Grenoble, Grenole, 1983. Tradução feita por Luisa Ribeiro Baldino e Tânia Cristina Baptista Cabral.

HARTHONG, J. L'analyse non-standard. La Recherche, v.14, n.148, p.1194-1201, 1983.

MILANI, R. Concepções infinitesimais em um curso de Cálculo. In: V ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2001, São Paulo-SP. Anais ... São Paulo: 2001. p. 389-394.

SIERPINSKA, A. Humanities students and epistemological obstacles related to limits. Educational Studies in Mathematics, 18, p.371-97, 1987.

SIERPINSKA, A. Obstacles epistemologiques relatifs a la notion de limite. Recherches en Didactique des Mathématiques, v.6, n.1, p.5-67, 1985.

STEFFE, L. P., THOMPSON, P. W. Teaching experiment methodology: Underlying principles and essencial elements. In: LESH, R., KELLY, A. E. (Eds.). Handbook of research data design in mathematics and science education. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 2000. p.267-307.

TALL, D. O., SCHWARZENBERGER, R. L. E. Conflicts in the learning of real numbers and limits. Mathematics Teaching, n.82, p.44-9, 1978.

TALL, D. O., VINNER, S. Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continulty. Educational Studies in Mathematics, n.12, p.151-69, 1981.

Interface entre Educação Ambiental (EA) e Educação Matemática (EM): um olhar na prática docente do professor de Matemática

Rodolfo Chaves
(doutorando do PGEM – UNESP/Rio Claro e docente do COLUNI – UF Viçosa)
Orientador: Prof. Dr. Antonio C. Carrera de Souza e Co-Orientador: Prof. Dr. João Frederico da C. A. Meyer

A pesquisa:

Essa investigação se insere na linha de pesquisa de formação pré-serviço e continuada do professor de matemática, incidindo sobre a prática docente de professores, no seu contexto profissional, sua participação na comunidade, em grupos de estudos, trabalhos e em programas de formação – com uma abordagem qualitativa adotando o paradigma crítico-interpretativo.

Justificativa:

Como alicerce do trabalho propomos construir o quadro teórico a partir de três pontos: a) as questões socioambientais e a construção de uma rede de saberes em torno dessas questões; b) as concepções de uma prática docente crítico-reflexiva (PDCR); c) a importância das questões socioambientais e a construção de uma rede de saberes em torno dessas questões na prática docente de um professor.

O descaso reinante às questões ambientais assim como a sustentação de um modo de produção que privilegia resultados sem medir conseqüências nos faz ver que a soma destas parcelas tem contribuído para que recursos naturais tornem-se cada vez mais escassos. Por outro lado, adotar uma visão exclusivamente preservacionista (às questões e saberes ambientais e à EA) sem levar em conta o regime de verdades que a sustenta configura-se como uma visão prosaica e desatualizada. Segundo Dias (2000, p. 19), com essa visão os professores são estimulados a desenvolver "atividades reducionistas" com seus alunos, como, por exemplo, catar latinhas de alumínio.

Superar a ingenuidade dessa visão então, no nosso entendimento, significa analisar causas e conseqüências dessas questões. "Catar latinhas" por si só é pedagogicamente pequeno e descontextualizado se comparado à análise crítica das conseqüências dessa ação. Se professor e aluno estiverem envolvidos em ação, no propósito de compreender/interpretar, por exemplo, a respeito do número de famílias que passam a dispor de uma renda, da economia de energia e água resultantes, de cooperativas de trabalho formadas e dos bens sócio-econômicos gerados a partir dessa prática, então estarão: (a) construindo novos ambientes de aprendizagem oriundos não só da própria experiência existencial, mas também de uma reflexão crítica sobre as relações homens-mundo; (b) constituindo-se como agentes executores de uma educação que incorpora uma análise da realidade socioambiental, que se opõe à educação vigente, onde o estudante é treinado para ignorar as conseqüências dos seus atos; e (c) promovendo uma antítese à educação sectária e bancária. Ação a qual nos

referimos, segundo Carvalho (2001, p. 31), está implicada no ato mesmo de compreender/interpretar, não sendo completar a reflexão.

Assim, procurar compreender as dimensões socioambientais, somente a partir do plano preservacionista, é uma tendência (que considera o homem, sua cultura e valores externos ao meio ambiente) que não nos propomos seguir. Além de suprimir a possibilidade de ações e reflexões mais elaboradas sobre a miséria, a fome e desenvolvimento sustentável, a visão do preservacionismo exclusivo não nos permite entender a educação a partir das dimensões socioambientais em sua dimensão, como vimos em Sorrentino (1998, p. 283). Portanto, para nós, preservar o meio ambiente implica, dentre outras coisas, em proporcionar meios de assentar o homem a terra, minimizar as injustiças sociais, erradicar a fome e promover uma educação voltada à realização de problemas reais a partir de ambientes investigativos que envolvam aluno e professor. Logo, nos textos consultados a respeito das dimensões ambientais, entendemos que utilizando a idéia de socioambiental (no lugar de ambiental), estaremos estendendo a compreensão além da visão meramente preservacionista.

Historicamente, a visão de EA está relacionada diretamente à evolução do conceito de meio ambiente e ao modo como este é percebido. Segundo Sorrentino (1998 e 1999), Carvalho (2001) e também a Política de EA (Lei Nº 9795/97), a EA é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal, onde praticá-la significa contribuir para a superação das condições de pobreza e miséria, que dificultam o crescimento interior de todo e qualquer ser humano. Para sintetizar o entendimento a respeito dessas idéias, Dias (2000, p. 100) sugere – em um esquema linear – que a partir da EA desenvolve-se conhecimento, compressão, habilidades, motivação, para a partir daí adquirir-se valores, mentalidade e atitudes necessários para lidar com questões ambientais e encontrar soluções sustentáveis (sic).

Porém entendemos que essa é a concepção vigente da proposta educacional que nos opusemos. Veja que – na ordem proposta por Dias (2000) – se mudarmos EA por "ensino tradicional da Matemática" ou paradigma do exercício não faremos outra coisa senão reafirmar a inércia de uma educação que já se mostrou ineficiente para os valores que propomos. Outro equívoco na proposta linear supracitada pode ser identificado a partir de Foucault (1999, p. 8), por apresentar um defeito muito grave: o de supor que o sujeito humano – de conhecimento – e as formas do conhecimento são dados prévia e definitivamente, onde as condições econômicas, sociais e políticas da existência não fazem mais do que imprimir-se neste sujeito definitivamente dado. Aqueles que julgam que programa curricular está acima de tudo e de todos (que defendem que a Matemática deve ser ensinada pela sua beleza e pureza) também acreditam que desenvolvendo conhecimento de uma Matemática acrítica bem apresentada em uma lousa bem organizada, serão "capazes de motivar" (sic.) o aluno.

Em confronto a essa idéia, sugerimos um esquema cíclico onde afirmamos que a EA é uma prática social – portanto, educativa – que possibilita que saberes produzam (e sejam produzidos a partir de) práticas sociais coletivas, e estas práticas produzem (e são produzidas por) atitudes e valores que geram (e são gerados por) saberes advindos das ações de: agir, refletir, experimentar criticamente e de sucessivas tentativas de buscar soluções locais, pensando globalmente na construção de sociedades sustentáveis, que refletiram sobre problemas reais produzidos e realimentam o processo. A não linearidade nessa proposta é sustentada por Foucault (1999, p. 8), onde as práticas sociais podem chegar a engendrar domínios de saberes que não somente fazem aparecer novos objetos, ou novos conceitos, mas

também fazem nascer formas totalmente novas de sujeitos de conhecimento, que tem uma história, uma relação do sujeito com o objeto, ou a própria verdade de uma história. Dessa forma, se trocarmos as questões socioambientais por outras questões impulsionadas por problemas reais, o esquema cíclico se sustenta fazendo emergir outras práticas sociais coletivas no contexto educacional.

Da análise conceitual de EA afastamo-nos das idéias básicas de interdisciplinaridade e de conscientização, normalmente utilizadas no discurso pedagógico. Ao invés de interdisciplinaridade, optamos por adotar a idéia de prática educativa coletiva que agrega os sujeitos participativos do processo educativo em torno da resolução de um problema real construído a partir de um ambiente investigativo.

Ao optarmos pelo uso da palavra conscientizar (ou consciência crítica) pretendemos resgatar a radicalidade anárquica da palavra em Freire, nos opondo assim, à idéia comum presente em frases de efeito que tendem ao sentido messiânico ou ideológico. Conscientização (em Freire) é o processo pelo qual, através da educação dialógica, se passa de uma atitude passiva a uma atitude ativa diante do mundo social. Assim, o que para Freire (1983) é conscientização, consideraremos como PDCR e, conseqüentemente, ao construir uma PDCR desejamos impossibilitar o sujeito de isentar-se no processo histórico, evitando o fanatismo e inscrevendo-o na busca de sua afirmação (p. 19). Logo pretendemos: a) manter o impulso das perspectivas analíticas que se centram no questionamento do papel da escola e do professor nas ações educativas; b) abandonar o conceito de ideologia, por seu comprometimento com noções realistas de verdade, portanto, comprometidos com um regime de verdades; c) distanciarmo-nos do conceito de estrutura de poder, adotando então o entendimento foucaultiano de rede de poder, algo que se exerce, algo que se detém.

Com tais enunciados, pretendemos mostrar que mesmo havendo a concordância parcial com os conceitos e idéias propostas, não nos enquadramos na postulação ideológica que os envolve. Portanto não se trata de uma apropriação de conceitos, mas de uma re-significação ou extensão e em alguns casos, de um resgate a radicalidade anárquica das idéias que o geraram.

Uma outra face refere-se aos saberes docentes (construídos a partir da prática do professor e adquiridos não somente em sua formação, mas principalmente no cotidiano escolar, provenientes de suas ações e experiências como educador) construídos a partir da reflexão e análise de suas dúvidas, anseios, expectativas, e tomadas de decisões, porém nem menos, nem mais importantes que a rede de saberes adquiridas no processo de formação. Dessa forma, afastamo-nos das concepções de saberes docentes daqueles que os consideram como menos elaborados e não-sistematizados, colocando-os num plano inferior àqueles adquiridos na academia, considerados sistematizados e elaborados. Essa diferenciação apresenta argumentações que a reforçam, e oculta a concepção platônica de que o saber dos escravos, memória empírica do que foi visto, será desvalorizado em proveito de uma memória do que foi visto no céu inteligível. Desse modo, entendemos que a diferenciação apresentada desvaloriza e desqualifica a forma de um saber político ao mesmo tempo privilegiado e exclusivo, apontado por Foucault (1999, p. 48 – 9) tanto na tragédia de Sófocles – Édipo-Rei – quanto na República de Platão.

Por confrontarmo-nos com tal diferenciação defendemos que a rede de saberes adquiridas na prática é tão importante quanto àquelas adquiridas na academia, de forma eqüitativa e concomitante. Ambos se completam e não podem caminhar em sentidos opostos.

A respeito das concepções de uma PDCR temos o entendimento de que esta deve estar vinculada a uma proposta educativa problematizadora, onde aluno e professor interagem na tomada de decisões (o que não significa que propomos uma educação libertadora, no sentido messiânico, mas buscamos uma re-significação em Freire mantendo o impulso das perspectivas analíticas que se centram no questionamento do papel da escola e do professor nas ações educativas, abandonando o conceito de ideologia). Uma PDCR pauta-se em forjar ações educativas com o aluno e não para o aluno, sendo a práxis (onde encontramos as raízes dessas ações educativas) a reflexão e a ação (relação não-dicotômica e biunívoca) dos sujeitos da prática educativa. Através da PDCR – emancipatória –o método deixa de ser um instrumento do professor, com a qual manipula, normatiza e controla o aluno e passa a ser um vetor para um trabalho colaborativo e participativo diante de uma referência à realidade, permitindo a co-intencionalidade entre os sujeitos envolvidos no processo.

O professor aproxima-se de uma PDCR – emancipatória – quando: a) passa a refletir a respeito do papel da escola, das suas ações com o aluno, do currículo pré-estabelecido, dos ambientes de aprendizagem que percorre com suas ações educativas e ao buscar novas alternativas que o afaste da narrativa oca que conduz os alunos à memorização mecânica do conteúdo narrado, sendo este depositário – recebendo, guardando e arquivando conhecimentos; b) persegue a idéia de só reconhecer que só há saber na invenção, na re-invenção, na busca inquieta, impaciente e permanente que os homens fazem do mundo, com o mundo e com os outros; c) contrapõe-se a uma educação sectária e bancária e caminha para a efetivação de uma ação educativa problematizadora contrária à bancária – depósito de conteúdos; d) trava uma batalha contra a manutenção da contradição professor-aluno e realiza a superação, rompendo com os esquemas verticais e dicotômicos e passa a construir com o aluno um cenário que estimule a criatividade, a reflexão e ação sobre a realidade, através de temas que levem a processos de investigação.

A partir de então, procuraremos estabelecer a importância das questões socioambientais e a construção de uma rede de saberes em torno destas, na formação de uma PDCR.

Das obras consultadas, adotamos a idéia de que, assim como interpretar não é um ato póstumo e complementar à compreensão, agir não corresponde ao ato posterior à reflexão, mas a ação está imbricada no ato de compreender/interpretar. Propomos então que, através de práticas alicerçadas por ações educativas que envolvam aluno e professor em um ambiente investigativo, poderemos transpor a visão preservacionista ingênua às questões e saberes socioambientais, o que possibilitaria a construção de novos ambientes de aprendizagem, oriundos não só da própria experiência existencial, mas também de uma reflexão crítica sobre as relações homens-mundo, onde aluno e professor poderiam constituir-se como agentes executores de uma educação que incorpora análise da realidade socioambiental. Considerando a consistência do nosso esquema cíclico, vimos que a EA é uma prática educativa (e por isso afeta a totalidade da pessoa na etapa da educação formal e que deveria continuar na educação permanente), e, portanto prática social coletiva, orientada para a resolução de problemas concretos e para o desenvolvimento da consciência crítica sobre as questões socioambientais.

Dentro das concepções apresentadas (abordar questões socioambientais, a partir da realidade, com o propósito de construir uma rede de saberes na aula de matemática, sendo o aluno um agente crítico e participativo do processo, e o professor atuando como orientador em um ambiente investigativo, sustentado pela idéia já apresentada de ação em busca da

conscientização crítica), o paradigma do exercício passa a dar vez a novos ambientes de aprendizagem e a formação de novos paradigmas, o que gera incerteza e desestabiliza o papel de agente de controle da disciplina escolar. Para tal, o professor desestabilizado de suas certezas é levado a um trabalho de repensar suas atitudes e ações. Com isso, o ato de planejar deixa de ser um momento de introspecção e de busca e resolução de exercícios para aplicar em aula e passa a ser um momento de reflexão conjunta sobre ações compartilhadas com alunos diante de uma situação real; planejar novas técnicas e metodologias passa a ser conseqüências de discussões a respeito da necessidade de trabalhar um tema gerador e problematizador que levará a se trabalhar um determinado conteúdo necessário à resolução do problema investigado; as aulas deixam de ser expositivas e passam a ter o envolvimento de alunos no desenvolvimento de atividades em grupo; passa-se a valorizar no aluno a ação compartilhada de gerar um saber sobre uma questão real a partir de uma ferramenta matemática com um colega. É a socialização do saber pelos alunos o elemento de destaque, e não o saber individual; a reflexão de sua prática docente e da função social que exerce leva o professor a novas investigações que vão além da preocupação meramente conteudista. Chaves (2000, p. 107).

Como conseqüência do que apresentamos até então, concluímos que sem mudanças – no que se refere às questões ambientais – por exemplo, o planeta tende à destruição – caso continue o atual quadro de consumismo vicioso que nos encontramos – e tais mudanças são perpassadas por ações educativas, desenvolvidas também nas escolas, e essas ações no ambiente escolar não devem ser entendidas como tarefa exclusiva dos professores de Ciências ou de Biologia, mas como uma atitude crítico-reflexiva obtida a partir de ações conjuntas.

A partir dessas considerações, a Matemática Escolar (ME), no nosso entendimento, não pode mais se limitar a trabalhar na forma alheia a essas questões, preocupada somente com uma ferramenta de resolução de exercícios como conseqüência de conceitos e propriedades. Por que então, não pensá-la como uma possibilidade política para que as pessoas possam refletir criticamente sobre as conseqüências de suas ações (políticas, sociais, profissionais, etc.) no que tange à degradação ambiental do meio em que vivem? Será que tal proposta minimiza a importância da matemática ou muda o enfoque e o foco da ME? A ME vigente privilegia uma determinada classe porque o saber configurado por suas abordagens e enfoques é fruto de um poder de exclusão social, de uma escola exclusivista e não popular, promotora de uma educação bancária?

Será que ao promover uma EM problematizadora – possibilitando análise e interpretação de fatos pertinentes à rede de fenômenos da realidade (a proposta socioambiental não é uma proposta de nova metodologia ou de resolução de problemas, muito menos de subterfúgio à contextualização do enfoque pautado no paradigma do exercício, acrítico vigente, mas uma proposta de re-leitura do mundo) – o professor deixará de exercer controle? Ou será que, o que muda é a forma de controle? A questão é abandonar a visão de que, enquanto "disciplina", ela é uma arma para manter o aluno passivo e submisso em sala, de legitimação do discurso do professor pela imposição, de controle dos "mais dotados" sobre os "menos dotados", de que quem sabe matemática é mais privilegiado? É possível questionar o regime de verdades que faz o aparelho escolar criar suas próprias verdades? Entender a EM problematizadora, voltada às questões socioambientais, como prática educativa colaborativa é um pré-requisito básico à prática docente crítico-reflexiva? Que conjunto de ações favorece ou dificulta o professor de trabalhar dessa forma?

A questão então é: que regime de verdades se produz ou se confronta com a nunciação de uma rede de saberes socioambientais como base ao desenvolvimento de uma rática docente crítico-reflexiva? Quais os confrontos sociais produzidos por esse regime de erdades e as suas conseqüências? Analisar tais questões, em nosso entendimento constitui m forte argumento para o desenvolvimento de uma pesquisa em EM.

Problema da Pesquisa:

O quadro vigente da ME, legitimado a partir do paradigma do exercício, onde a aula e constitui como uma prática onde o aluno é passivo e receptor de idéias prontas balizadas elo fato de existir uma e, somente uma, resposta correta, confronta-se com práticas ducativas pautadas em ambientes investigativos de uma educação problematizadora que onvida o aluno a formular questões, procurar explicações e assumir o processo de exploração explicação passando a construir então um novo ambiente de aprendizagem.

Da nossa experiência, constatamos que o modelo hegemônico da ME é caracterizado or centrar-se em referências exclusivas à Matemática, onde questões e atividades natemáticas podem se referir à Matemática e somente a ela. Algumas vezes (não poucas) otamos os esforços de professores buscarem referência a uma pseudo-realidade que não se rata de uma realidade de fato, mas uma realidade construída, a partir de exemplos, por um utor de um livro didático de Matemática ou por uma situação que tenta abordar algum traço de ealidade, mas que no fundo não envolve os problemas sócio-culturais do aluno, muito menos e insere em situações que o aluno conheça ou faça parte, segundo Skovsmose (2000, p. 75). Há o interesse do professor e aluno a se envolverem com questões reais – questões ocioambientais, por exemplo – mas o apego a uma ordem curricular pré-estabelecida e o eceio ao novo dificultam o exercício de contra-poder e de busca de novas propostas. Pouquíssimos professores sentem-se seguros em trabalhar de maneira que (aluno e professor) ossam trabalhar com tarefas com referências a situações da vida real e em um ambiente olaborativo e investigativo.

Skovsmose (2000, p. 75) apresenta uma taxonomia dos ambientes de aprendizagem referência explícita à matemática, referência a pseudo-realidade e referência à realidade) com intenção de se construir um instrumento analítico, que possibilite apresentar uma noção lesses ambientes para facilitar as discussões a respeito de possíveis mudanças em EM. Verificando a existência dessa taxonomia somos levados a indagar se:

1) Construir uma rede de saberes socioambientais, como base para o desenvolvimento de PDCR implica em o professor promover um ambiente de aprendizagem com tarefas, com referências a situações da vida real e em um ambiente colaborativo e nvestigativo?

2) A rede de saberes socioambientais constitui-se como um referencial para que o professor sinta-se seguro para abandonar o paradigma do exercício e passe a trabalhar com arefas com referências a situações da vida real e em um ambiente colaborativo e nvestigativo?

3) Desenvolver uma PDCR levará o professor a optar em trabalhar com práticas educativas pautadas em ambientes investigativos de uma educação problematizadora que convida o aluno a formular questões, procurar explicações e assumir o processo de exploração e explicação?

4) Construir uma rede de saberes socioambientais, como base no desenvolvimento de uma PDCR implica, na reorganização do espaço escolar?

Apesar dessas considerações, dos pressupostos teóricos, da vigência da lei – e principalmente por isso – devemos nos questionar se, em sala de aula, a ME exerce o papel de fomentar o desenvolvimento crítico de alunos e professores, se o professor possui subsídios para exercer propostas e alternativas diferenciadas no contexto escolar, se ele deseja exercer formas de resistência à pedagogia hegemônica que normaliza a exclusão e fracasso ou a promoção sem aprendizagem – conforme as orientações dos compromissos políticos dos mandatários dos meios de produção. O cotidiano escolar configura-se como um espaço a mudanças? Que ações são essas, que podem contribuir para o professor construir uma PDCR? Será que a prática docente atual, baseada nas verdades do regime de verdades estabelecidas pela pedagogia vigente, pode constituir uma nova "verdade", a partir de uma PDCR que afronte e desafie a pedagogia vigente?

Todos esses pontos constituem elementos à análise do que se põe em questão. A análise proposta então, não se limita a constatação da existência de uma rede de saberes legitimada, mas sim analisar: quais as relações de poder mais imediatas, mais locais que estão em jogo? Como se tornam possíveis essas espécies de saberes e como estes se transformam em discursos do poder? De que maneira o jogo dessas relações de poder vem a ser modificados pelo exercício de poder? Como essas relações de poder tecem uma teia de poderes de acordo com a lógica de uma estratégia global de poder?

Pergunta-diretriz:

> Pode-se, a partir da utilização das questões socioambientais fomentar uma prática docente crítico-reflexiva onde a EM passe a desenvolver o papel de uma prática investigativa?

Procedimentos – o que está em jogo:

Para perseguirmos respostas a tal pergunta propomo-nos a analisar e identificar mecanismos e dispositivos que alicercem as verdades e o regime de verdades que se configura a partir: (a) das práticas docentes usuais; (b) das práticas de poder da escola; (c) das questões socioambientais na construção de uma PDCR. Essas análises constituir-se-ão na verificação das possibilidades de impedimentos ou viabilizações para o professor construir uma rede de saberes socioambientais com base para o desenvolvimento de uma PDCR.

Procedimentos – Instrumentos para descrição das ações:

As ações para o desenvolvimento do trabalho passarão por dois focos: (i) um de análise documental, realizado a partir de consulta e investigação da literatura disponível e de projetos e planejamentos envolvendo temas socioambientais e o professor de Matemática; (ii) o outro foco constitui-se a partir da nossa inserção no cotidiano escolar através de uma ONG que desenvolve atividades de EA com escolas públicas na região na qual se insere.

Como instrumentos para investigação destes focos, pretendemos utilizar: (a) entrevistas semi-estruturadas e conversas de reflexão conjunta entre os sujeitos da pesquisa; b) observações das ações de professores, monitores e voluntários no trato com alunos e comunidade no que tange a abordagem de temas socioambientais; (c) análise documental de propostas de projetos implementados em escolas, de programas curriculares e planejamento de ações docentes, de dissertações e teses que abordam a interface entre EA e EM, de documentos oficiais que abordam a transversalidade etc; (d) análise dos episódios de sala de aula; (e) análise das interações e intervenções nas atividades de planejamento onde estaremos reunidos com professores, discutindo ações e realizando estudos conjuntos.

O cenário da pesquisa constrói-se a partir das ações da ONG AMABARRA junto às escolas onde atua (são onze escolas, com mais de sete mil alunos e vinte e três professores de Matemática) desenvolvendo ações educativas de intervenção, e envolvendo questões socioambientais, e encontram-se no entorno da Reserva Ecológica de Jacarenema (uma área de 247,36 ha, formada por um complexo de restinga, estuário do Rio Jucu e manguezal, localizados no Município de Vila Velha – ES).

Referências

CARVALHO, I. C. M. A invenção ecológica: narrativas e trajetórias da educação ambiental no Brasil. Porto Alegre: Ed. Universitária/UFRGS, 2001. 229 p.

CHAVES, R. Caminhos percorridos para a implantação do grupo de pesquisa-ação em educação matemática junto ao núcleo de ensino integrado de ciências e matemática da UF Viçosa. Rio Claro, 2000. 296 p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – PGEM, IGCE de Rio Claro, UNESP.

DIAS, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. 6. ed. São Paulo: Gaia, 2000. 551 p.

FOUCAULT, M. A (1) história da sexualidade: a vontade de saber, v. 1 14 ed. Rio de Janeiro: Graal, 2000. 152 p.

_____. (2) Microfísica do poder, 15 ed. Rio de Janeiro: Graal, 2000. 295 p. (biblioteca de filosofia e história das ciências, v. 7).

_____. A verdade e as formas jurídicas, 2 ed. Rio de Janeiro: Nau, 1999. 158 p.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 12 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983. 218 p. (O mundo hoje, v. 21).

PONTE, J. P. A investigação sobre o professor de matemática: problemas e perspectivas do professor. Educação Matemática em Revista, SBEM, n.11, ano 8, p. 10 – 13. Dez 2001.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. BOLEMA (PGEM/UNESP), n.14, p. 66 – 91, 2000.

SORRENTINO, M. Entrevista: Todo processo educacional deve voltar-se para a realidade do público ao qual se destina. Revista Ação Ambiental, n. 8, ano II, p. 5 - 7, Viçosa: Ed. UFV, out. 1999.

_____ . Educação Ambiental e universidade. In: BARBOSA, S. R. C. S. (org.) A temática ambiental e a pluralidade do ciclo de seminários no NEPAM. Campinas: NEPAM, 1998, p. 271 – 327.

Softwares de Geometria Dinâmica sob a Perspectiva de Professores de Matemática

Rúbia Barcelos Amaral Zulatto
Orientadora: Miriam Godoy Penteado
UNESP – Rio Claro

Neste trabalho apresentarei o contexto, a metodologia e parte dos resultados que obtive da pesquisa, em nível de mestrado, que estou desenvolvendo com apoio do CAPES. Esta tem, como objetivo principal, analisar qual o perfil dos professores de Matemática, dos ensinos Fundamental e Médio, que utilizam softwares de geometria dinâmica em suas aulas, e o que pensam sobre os mesmos.

No Encontro (Ebrapem) anterior apresentei uma síntese do quadro teórico da pesquisa, e as principais características dos softwares de geometria dinâmica (Zulatto, 2001). Neste ano, venho apresentar alguns resultados obtidos, relacionados, mais diretamente, às perspectivas dos professores sobre as potencialidades dos softwares de geometria dinâmica. Quero aproveitar esta oportunidade para discutir com os participantes o encaminhamento da análise dos dados.

Informática, prática docente e softwares de geometria dinâmica

A literatura ressalta que, embora sejam muitas as potencialidades que a tecnologia informática (TI) oferece para a educação, é preciso atentar que a qualidade de sua utilização depende muito da forma como as propostas são interpretadas e colocadas em prática pelos professores. E salienta que, se os professores não se sentirem preparados, corre-se o risco de que ocorra apenas uma 'troca' de mídia, deixando de se utilizar lápis e papel para usar o computador, por exemplo, como um caderno eletrônico, sem qualquer mudança ou reorganização na forma como tradicionalmente vem sendo feito ou, em outra hipótese, os computadores nem serão utilizados (Borba, 1996).

Neste sentido, percebe-se um aumento da preocupação dos pesquisadores sobre como os professores estão inserindo as TI em sua prática. Tal inserção requer, entre outras, mudanças na forma como o professor organiza e avalia sua aula e no seu relacionamento com os alunos. E como Penteado (2001) afirma, quando o professor opta por fazer uso de TI, ele está, na verdade, saindo de uma zona de conforto e entrando numa zona de risco. Na suas aulas convencionais o professor está na zona de conforto, onde consegue prever e controlar quase tudo. E embora muitas vezes o professor não esteja satisfeito com esta situação, ele prefere permanecer nela a enfrentar o desafio de entrar na zona de risco. Isso ocorre porque, nesta última, o professor passa por situações que não são comuns na sua prática, sentido-se por vezes ameaçado, por não poder prever um caminho a ser seguido.

Então, algumas vezes, o que acontece é que, por medo e insegurança, dentre outros aspectos, os professores desistem de enfrentar os desafios dessa zona de risco, ou apenas adaptam suas aulas, criando roteiros de aulas com atividades fechadas, sem espaço para exploração, onde as questões sejam as usuais das aulas convencionais, em que ele sabe responder sem dificuldade. Com isso, o docente se abdica de usufruir de parte do potencial das TI, como

situações de desenvolvimento, que poderiam ser dele, do aluno e de ambientes de ensino e aprendizagem (Borba & Penteado, 2001).

As implicações dessa inserção da informática são tratadas por diversas pesquisas na área de Educação Matemática. É possível mencionar alguns trabalhos, como os de Ponte (1995), sobre a formação necessária dos profissionais da educação para que se efetive o uso de tecnologias na sala de aula; o de Penteado (2000), sobre as implicações dessa inserção para a prática docente; e a de Cancian (2001), que estudou as mudanças ocorridas a partir da reflexão e colaboração de professores de Matemática que se encontram para discutir sobre a mesma. Além disso, programas governamentais de formação já têm sido implementados nas escolas públicas para a realização de uma maior difusão dos conhecimentos de informática entre os professores.

Um estudo desenvolvido por Penteado Silva (1997) constatou que, para que a utilização de TI se efetive, é preciso considerar os aspectos pessoais dos professores; suas relações e condições de trabalho; a dinâmica da aula; e as disciplinas do currículo. É a partir desses aspectos que se pode propor alterações nos processos de ensino e aprendizagem, inserindo novas tecnologias. Além disso, é importante atentar que o professor tem papel fundamental no processo de mudanças educacionais, pois a maioria destas acontece dentro das salas de aula, sob seu direcionamento. Logo, é imprescindível sua participação ativa no planejamento das implementações de mudanças, e que estas façam sentido para ele. É preciso que ele sinta necessidade dessas mudanças e com elas se envolva.

Nóvoa (1995) complementa que para que as mudanças efetivamente ocorram é preciso atentar para a importância da formação docente, pois esta pode estimular o desenvolvimento dos professores, "no quadro de uma autonomia contextualizada da profissão docente" (p. 27). Além disso, observa que é preciso reconhecer de antemão que "a formação docente deve ser concebida como uma das componentes da mudança, em conexão estreita com outros setores e áreas de intervenção, e não como uma espécie de condição prévia de mudança". E acrescenta, ainda, que essa formação não deve ser feita antes de ocorrer as mudanças, mas sim durante o seu processo, ao produzir esforços de inovação e busca de melhores caminhos para a transformação da escola.

Por outro lado, essas potencialidades do computador colocam o professor diante do desafio de reorganizar a ênfase a determinados conteúdos, e de buscar justificativas para o "porquê" privilegiar certos tópicos em detrimento de outros. E pesquisas constatam que alguns professores consideram que a utilização da informática possibilita a investigação de conceitos matemáticos de formas diferenciadas. Há de se notar que o trabalho com atividades investigativas em sala de aula tem sido altamente recomendado pela literatura. Nesse sentido, os softwares de geometria dinâmica ganham destaque, uma vez que podem ser um forte aliado na investigação em Geometria. Eles são considerados como uma ferramenta poderosa, tanto quando se pensa em ensino quanto em aprendizagem, que pode motivar tanto professor quanto aluno (Almouloud & Hanura, 2000; Belfort, 2000; Sangiacomo, 1998; Silva & Campos, 1998).

Além disso, ao utilizá-los é possível investigar, descobrir e redescobrir, formular conjecturas, confirmar resultados, realizar simulações, e, sobretudo, levantar questões relacionadas com a sua aplicação (Ponte, 1996; Valente, 1996). Assim, o uso desses instrumentos tecnológicos possibilitam ao aluno uma investigação por si próprio de situações matemáticas, que abre

spaço para questões como 'o que acontecerá se...?', estimulando o desenvolvimento de éias matemáticas.

evido às potencialidades dos softwares, como as acima mencionadas, recomenda-se que os ofessores os utilizem na organização de situações de ensino e aprendizagem da Geometria. orém, são poucos os que o fazem, e ainda não foram encontrados resultados de pesquisas ue focalizam essa problemática específica da utilização de softwares de geometria dinâmica or professores de Matemática. Assim sendo, a pesquisa aqui apresentada é uma tentativa de azer contribuições nesta direção. Espero que os resultados obtidos sirvam de orientação para elaboração de propostas de formação de professores, bem como a organização de ividades para a sala de aula, envolvendo Tecnologias Informáticas e geometria dinâmica.

etodologia

sta pesquisa está sendo desenvolvida segundo uma abordagem qualitativa, e possui, como é racterístico deste tipo de estudo, uma pergunta diretriz aberta. Além disso, como afirmam ogdan & Biklen (1994), os estudos desta natureza "devem revelar maior preocupação pelo ocesso e significado e não pelas suas causas e efeitos" (p.209) e, nesse sentido, meu eresse está centrado mais no modo como os softwares de geometria dinâmica são utilizados nas perspectivas dos professores que o utilizam, do que em seus resultados ou produtos.

s dados foram coletados junto a professores de Ensino Fundamental e Médio, de escolas blicas e particulares de diferentes cidades do país, que utilizam ou utilizaram, em algum omento, softwares de geometria dinâmica em suas aulas. Como método de coleta de dados lizei a entrevista do tipo semi-estruturada, com a utilização de um roteiro que possibilitou as aptações que considerei convenientes, visto que cada entrevista era única, pois dependia, tre outros fatores, dos entrevistados, que era uma variante (Goldenberg, 1999; Lüdke & dré, 1986).

ma das grandes vantagens da entrevista é a captação imediata e corrente da informação sejada. Além disso, ela permite correções, esclarecimentos e adaptações que a torna eficaz obtenção das informações, ou seja, há uma certa "liberdade de percurso". Para tanto, é cessário estar atento ao papel do entrevistador. Para ter sucesso, ele precisa apresentar eresse real e respeito pelos sujeitos da pesquisa; habilidade de demonstrar compreensão e mpatia por eles. Ouvir deve ser uma das maiores qualidades do entrevistador, pois caso ntrário, pode-se obter informações inúteis ou enganosas (André, 1995; Goldenberg, 1999; dke & André, 1986). O registro das entrevistas ocorreu através de gravação, que permite o gistro de todas as expressões orais e deixa o pesquisador livre para prestar atenção no trevistado. Posteriormente, foi feita a transcrição do material, o que permitirá também que tros pesquisadores tenham acesso aos dados.

ra a análise dos dados, é importante ressaltar que as informações obtidas devem ser nstantemente confrontadas com a literatura pertinente, visando localizar a pesquisa entre as existentes, procurando detectar semelhanças e diferenças, e é após a coleta de dados que procede a finalização das análises já iniciadas e desenvolvidas durante todo o processo da squisa. É o momento em que o pesquisador faz uma leitura cuidadosa dos dados e os erpreta com o auxílio da literatura e interferência da sua intuição e sensibilidade.

professores entrevistados e suas perspectivas sobre softwares de geometria dinâmica

Os professores que participaram desta pesquisa trabalham ou trabalharam com softwares de geometria dinâmica em sua prática docente. Eles pertencem a diferentes localidades do país e a opção por esta diversidade tem a intenção de abranger possíveis diferenças regionais. Estas se apresentam em diferentes aspectos. No estado de São Paulo, por exemplo, é possível notar que as iniciativas do governo são mais freqüentes, e o investimento na compra de máquinas é maior. Há variações também no que se refere à formação continuada e ao suporte para os professores, que dependendo da região é mais ou menos intenso.

A formação inicial dos professores é bastante variada. Há professores que cursaram tanto universidades públicas como particulares. Da mesma forma, varia também o tempo de formação e atuação profissional. Neste sentido é difícil acreditar que a formação inicial tenha sido determinante na opção por inserir o computador em suas aulas. Alguns são da época em que o computador era utilizado apenas em grandes empresas. Outros se formaram recentemente, mas nem todos puderam contar com discussões sobre o uso da informática na prática docente. Além disso, é importante observar que este tipo de formação não determina que o professor fará uso destas ferramentas, mas abre espaço para que possa conhecer suas potencialidades e limitações.

Já a formação continuada desses professores parece ter papel fundamental na iniciativa de utilizar o computador. A grande maioria dos professores entrevistados procura se atualizar constantemente, através de cursos oferecidos pela própria Diretoria de Ensino, de Pós-Graduações Stricto-Sensu e Lato-Sensu, entre outros. Parece ter sido este contato que favoreceu a escolha de utilizar softwares de geometria dinâmica nas aulas de Matemática. Com exceção daqueles que aprenderam a manusear os softwares com auxílio de alguma pessoa que já os conhecia, a maior parte recebeu este preparo em cursos de formação continuada. Porém, muitos professores observam que partiu deles a iniciativa de utilizar os softwares, procurar cursos, livros e, em alguns momentos, tiveram que aprender sozinhos as ferramentas dos softwares, mesmo que de forma limitada. Este fato reforça que, usualmente, só participar de um curso não é suficiente para estar preparado para utilizar TI na sala de aula. É preciso um investimento pessoal, destinando tempo para estudar, preparar atividades, buscar recursos como livros, entre outras necessidades "extra-curso".

Olhar para o suporte que os professores recebem ajuda a perceber se ele esteve, e/ou está, sozinho durante o caminho que percorre para fazer uso de tecnologias em suas aulas. Pude perceber que a maioria dos professores tem algum tipo de suporte. Há professores que aprenderam a manusear o software com um outro professor, que tem mais conhecimento sobre o mesmo, e que nos momentos de dúvidas e dificuldades está disposto a auxiliar, e há aqueles que recebem suporte de pessoas envolvidas com TI, como pesquisadores dessa área. Em alguns casos o suporte acontece por um curto período de tempo, em outros, periodicamente, abrindo espaço para discussões que envolvem as dificuldades dos professores, a troca de atividades, entre outras questões.

Parte dos professores pertence a grupos de pesquisas em Educação Matemática, alguns relacionados à Informática Educativa e outros a grupos não tão específicos, que não discutem apenas sobre as possibilidades da informática, mas que proporcionam um ambiente onde os professores podem tomar contato com as tendências da Educação Matemática, sentindo-se estimulados a utilizarem tecnologia em suas aulas.

O que os fez optar por utilizar os softwares está, em síntese, relacionado a dois fatores. O primeiro é a necessidade de atualização, visto que a sociedade está inserindo o computador

em suas atividades diárias, em proporção cada vez maior, e o professor tem percebido que o uso deste recurso tecnológico é uma tendência também nas escolas. E o segundo está relacionado mais diretamente às potencialidades dos softwares de geometria dinâmica para o ensino da Matemática.

Olhando para essas potencialidades apontadas pelos professores, e contrastando-as com a literatura sobre o tema, pude perceber uma sintonia entre ambos. Um exemplo é o destaque dado pelos professores à possibilidade de movimentação dos objetos geométricos construídos, permitida pelo dinamismo dos softwares de geometria dinâmica. Essa movimentação é característica do arrastar, que tem sido alvo de alguns estudos na área, como os desenvolvidos por Cowper (1994), Goldenberg & Cuoco (1998) e Laborde (1998).

Outro exemplo, também destacado pelos professores, está associado à possibilidade oferecida pelos softwares de se trabalhar "todos" os casos de uma mesma figura geométrica, criando um ambiente onde, "para um dado objeto ou propriedade, temos associada uma coleção de 'desenhos em movimento' e os invariantes que aí aparecem correspondem às propriedades geométricas intrínsecas ao problema" (Gravina, 1996, p.6). E quando o aluno investiga as diferentes figuras criadas a partir de uma mesma propriedade geométrica, facilita a não associação com figuras prototípicas. Um exemplo desta experiência aconteceu na UFRGS, em um curso de Licenciatura em Matemática, num estudo realizado por Gravina (1996), onde ela relata que, antes da prática com o software de geometria dinâmica, os alunos costumavam, por exemplo, associar um retângulo a uma figura "com ângulos retos e pares de lados diferentes (grifo meu)", porque usualmente, quando "o aspecto conceitual é apresentado, o aspecto figural se fixa a partir do desenho particular apresentado, o qual tem sempre lados diferentes" (p.7).

Outro aspecto está relacionado à possibilidade que os softwares proporcionam de realizar construções geométricas. Muitos professores observam que, na maioria das vezes, a construção é feita mais rapidamente com o auxílio dos softwares, ganhando tempo em suas aulas. E, neste sentido, Gravina (1996), dentre outros pesquisadores, afirma que essa possibilidade é facilitada pelo fato dos softwares "oferecem o recurso da 'régua e o compasso eletrônicos', sendo a interface de menus de construção em linguagem clássica da Geometria" (p.6).

Finalmente, menciono a visualização como uma das potencialidades dos softwares. Frant et all (1999, p.4) afirmam que "existe um consenso entre pesquisadores sobre a importância da visualização em Matemática", e os professores enfatizam que, quando trabalham um conteúdo matemático utilizando softwares, os alunos têm mais facilidade de visualizar as figuras, suas propriedades e invariantes. E Laborde (1998) complementa que "ambientes baseados em computadores promovem procedimentos de exploração visual e como tal deve ter influência considerável nas pesquisas em matemática e educação matemática" (p.185).

5- Considerações finais

As potencialidades da Informática na educação são apontadas por vários autores. Pesquisas indicam que, mais especificamente com relação à Matemática, esta tecnologia pode trazer contribuições. Entre as alternativas disponíveis para a utilização da informática na prática docente, os softwares de geometria dinâmica podem ser um recurso alternativo para o estudo da Geometria. E neste contexto se insere a pesquisa que venho desenvolvendo, onde procuro traçar o perfil dos professores que utilizam estes softwares em sua prática e analisar suas perspectivas sobre os mesmos.

Neste momento, ao contrastar as perspectivas dos professores sobre os softwares com a literatura pertinente, percebo que ambos caminham em sintonia, apresentando possibilidades semelhantes para utilizá-los de forma positiva na sala de aula. As dificuldades existem, como em todo processo de mudança de prática pedagógica, mas só conhecendo as potencialidades e limitações proporcionadas pela utilização destes softwares, como de qualquer outra alternativa educacional, será possível analisar se é interessante inseri-los na prática docente. Caminhando neste sentido, esta pesquisa busca fazer de seus resultados uma oportunidade para os professores conhecerem novas práticas, fazendo uso de softwares de geometria dinâmica.

Referências

ALMOULOUD, S.A.; HANURA, N.C.A. Teorema de Thales: uma abordagem do processo ensino aprendizagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 52, Anais... Brasília, SBPC, 2000. 1 CD-ROM.

ANDRÉ, M.E.D.A. Etnografia da prática escolar. Campinas: Papirus, 1995.

BELFORT, E. Geometria Dinâmica; aplicando a Informática ao Ensino. In: SEMANA DA MATEMÁTICA, 12, 2000. Anais... U.M.E., v.1, n.1, p.54-62, 2000.

BOGDAN, R. C. & BIKLEN, S. K. Investigação qualitativa em educação. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M.C. Informática trará mudanças na educação brasileira? Zetetiké, Campinas, v.4, n.6, p.123-4, jul/dez. 1996.

BORBA, M.C.; PENTEADO,M.G. Informática e Educação Matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

CANCIAN, A.K. Mudanças via reflexão e colaboração: uma experiência de trabalho junto a professores de matemática. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

COWPER, W. Exploring drag-mode geometry. In Discovering Geometry with a computer – Using Cabri Géomètre. Heinz Schumann and David Green. Ed. Chartwell-Bratt, 1994.

FRANT, J.B.; CASTRO, M.R.; ARAÚJO, J.C. Cabri: a formação e o desenvolvimento profissional de professores de Matemática. In: CABRI WORLD, 2., 1999, São Paulo. Anais... São Paulo, 1999.

GOLDENBERG, M. A arte de pesquisar. 3.ed. Rio de Janeiro: Record, 1999.

OLDENBERG, E.P.; CUOCO, A.A. What is dynamic geometry? In: LEHER, R.; CHAZAN, D. esigning learning environments for developing understanding of geometry and space. London: awrence Erlbaum, 1998.

RAVINA, M.A. Geometria dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado de geometria. : SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7., Anais... Belo Horizonte, 996.

ABORDE, C. Relationships between the spatial and theoretical in geometry: the role of mputer dynamic representations in problem solving. In: INSLEY, D.; JOHNSON, D.C. (Ed). formation and communications technologies in school mathematics. Grenoble: Champman d Hall, 1998.

ÜDKE, M.; ANDRÉ, M..A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 986.

ÓVOA, A. formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, A. (Org) Os professores a sua formação; 2. Edição, Lisboa: Dom Quixote, 1995, p.13-33.

ENTEADO, M.G. Possibilidades para a formação de professores de matemática. In: ENTEADO, M.G.; BORBA, M.B. (Org) A informática em ação: formação de professores, esquisa e extensão. São Paulo: Olho d'Água, 2000.

ENTEADO, M.G. Computer-based learning environments: risks and uncertainties for teacher. ays of Knowing Journal, v. 1, 2001.

ENTEADO SILVA, M.G. O computador na perspectiva do desenvolvimento profissional do ofessor. 1997. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Campinas, Campinas, 997.

ONTE, J.P. Novas tecnologias na aula de matemática. Educação e Matemática, n.34, p.2-7, 995.

_____. Perspectivas de desenvolvimento profissional de professores de Matemática. In: ONTE, J.P. et al. Desenvolvimento Profissional dos Professores de Matemática – que rmação? Lisboa: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, 1996.

ANGIACOMO, L. O processo de mudança de estatuto: de desenho para figura geométrica. ma didática com o auxílio do Cabri-Géomètre. In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO ATEMÁTICA, 5., São José do Rio Preto. Anais... SBEM-SP, FIRP/UNESP, v.1, p.218-22, 998.

LVA, M.C.L.; CAMPOS, T.M.M. Teorema de Tales: uma engenharia didática utilizando o abri-Géomètre. In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 1998, São osé do Rio Preto. Anais... SBEM – SP, FIRP/UNESP, p.206-7, 1998.

ALENTE, J.A. O professor no Ambiente Logo: formação e atuação. Campinas: UNICAMP, 996.

ULATTO, R.B.A. Softwares de geometria dinâmica na sala de aula de Matemática. In: NCONTRO BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2001, ão Paulo. Anais... PUC-SP, p.417-423, 2001.

Profissionalização do Professor de Matemática

Silvia Regina Vieira da Silva
Orientador: Antonio Carlos Carrera de Souza
UNESP - Rio Claro

Resumo

Com o objetivo de discutirmos uma parte da nossa pesquisa de doutorado nos propomos neste artigo um compartilhar das nossas dúvidas que estão fundamentadas em fatos históricos relacionados com a relação professor - missionário, mais especificamente no que diz respeito a questão financeira, ou seja recebimento de dinheiro por um trabalho prestado.

Introdução

O que será apresentado neste artigo é um recorte da nossa pesquisa de doutorado que tem por objetivo olhar a formação do professor de Matemática de 1549 a 2000 através da profissionalização, utilizando dados históricos e entrevistas. Nessa pesquisa, no período de 1549 a 1920, nos utilizaremos, na seleção de dados históricos, de autores como Caio Prado Jr, Nelson Werneck Sodré, Fernando de Azevedo, Luiz Antonio Cunha, Maria Elizabete Xavier, Luiz Alves de Mattos, Vanilda Paiva, Maria de Lourdes Mariotto Haidar, Jorge Nagle, Sérgio Buarque de Holanda e Boris Fausto. O período de 1920 a 2000 será "coberto" com entrevistas envolvendo professores de Matemática do ensino fundamental e/ou médio, sendo que de 1920 a 1950 nos utilizaremos das Memórias de Paschoal Lemme(um dos signatários do Manifesto dos Pioneiros). A inclusão de Paschoal Lemme como um entrevistado em potencial se justifica, entre outras coisas, pela sua importância no cenário educacional nacional e, principalmente, pelo fato de termos elaborado o roteiro principal da entrevista depois de termos sido seduzidos pelas citadas memórias.

Depois de selecionarmos e/ou analisarmos fatos que, ao nosso ver, se relacionariam com a nossa pesquisa, nos deparamos com um problema: como caracterizar a seleção de fatos históricos que fizemos? Mas "Raízes do Brasil", de Sérgio Buarque de Holanda, parece responder tal pergunta. E, no que diz respeito a este artigo, parece fundamentar a seleção que fizemos, envolvendo o par professor - missionário, uma vez que procuramos buscar as "raízes" que fundamentaram a "mistura" entre os termos dessa relação.

Entre as muitas características e/ou atitudes dos missionários, e futuros "continuadores", resolvemos explorar a que envolve a questão financeira, pelo fato de os salários estarem defasados, mas principalmente por acreditarmos que o fator financeiro contribui decisivamente para o reconhecimento de determinadas profissões perante a sociedade.

Cumpridos os créditos exigidos pelo programa, voltamos ao nosso projeto e erificamos que o mesmo já não tinha razão de ser da maneira como estava escrito. Mas como retendíamos continuar investigando a formação de professores de Matemática, reiniciamos ituras relacionadas com o tema. E nessa procura por uma direção, durante a leitura de "Os ntelectuais e a organização da sociedade", onde Gramsci se ocupa com o papel dos ntelectuais na sociedade, nos deparamos com a seguinte dúvida: quando teria sido criada a rofissão de professor?

Tentando responder esta pergunta, através de autores relacionados com a história da ducação no Brasil, citados anteriormente, acabamos "cobrindo" o período de 1549-2000 com atos relacionados com a profissionalização do professor de Matemática. Surgiu então, a idéia e fazermos entrevistas com professores de Matemática que deram aulas entre 1950 e 2000. Mas esta idéia só vingaria depois de termos acesso às Memórias de Paschoal Lemme, ibliografia encontrada num dos autores que já foram citados, mais precisamente no livro da Xavier, escrito em 1994.

Quando estávamos efetivando os contatos com os possíveis entrevistados ercebemos que teríamos condições de entrevistar professores do ensino fundamental e/ou nédio, de Matemática, essencialmente de Rio Claro. E considerando dois professores em cada écada, um do sexo masculino e outro do sexo feminino, entre 1950 e 2000, totalizaríamos 10 ntrevistas. O 11° entrevistado, Paschoal Lemme, surgiria depois, dada a sua importância no enário educacional nacional, mas principalmente porque acabou servindo de inspiração para a laboração do roteiro que viria a ser utilizado nas entrevistas.

Nas entrevistas em si utilizamos um único roteiro, cujas respostas foram gravadas em ma fita K-7 que posteriormente foram transcritas e submetidas aos entrevistados. Depois de rmos a transcrição elaboramos um novo roteiro, agora individualizado, visando maiores sclarecimentos. Efetivamos a segunda entrevista, que também foi transcrita e submetida aos ntrevistados. A nossa próxima etapa será a edição de todas as entrevistas que serão ovamente submetidas a aprovação das pessoas que participaram desse processo. Vale a ena ressaltar que os entrevistados assinaram(com a maior naturalidade) uma autorização que xplicitava atitudes esperadas de ambas as partes(entrevistado e entrevistador).

Com as entrevistas e os fatos históricos relacionados com a profissionalização retendemos responder as seguintes perguntas: Quando se deu a profissionalização do rofessor de Matemática? Quais as razões históricas que permitiram esta profissionalização? ual o tipo de profissional que é formado pela licenciatura de Matemática?

eríodo Jesuítico (1549 - 1759)

Segundo MATTOS (1958, p. 25), "A história da educação do Brasil começa em 29 de arço de 1549 quando da frota de Tomé de Souza, primeiro governador geral do Brasil, esembarcaram no arraial do Pereira, na Bahia de Todos os Santos, o Padre Manuel da óbrega e um punhado de missionários jesuítas para iniciarem a catequese e o ensino." Os dios, a ameaça de invasão francesa e problemas internos da colônia (intrigas, demandas e esonestidades administrativas) teriam motivado tal expedição.

O Rei Dom João III contava com os jesuítas na conversão dos gentios e para isto "provia - os de alimento, vestuário e de tudo o mais que solicitassem. E "ao provedor - mór da Bahia incumbia El - Rei de pagar mensalmente um cruzado ou quatrocentos réis fortes para cada um dos missionários, além dos gêneros alimentícios mais necessários." (MATTOS, 1958, p. 36)

Para entendermos o valor real dessa "esmola", termo utilizado nas cartas dos jesuítas ao dinheiro que deveria ser recebido, consideremos uma outra citação de MATTOS(1958, p.121): "Cada dois missionários no Brasil custavam (...) mais ao erário real do que um professor catedrático em Coimbra. Para as condições da época, estavam, pois os missionários jesuítas bem providos - pelo menos oficialmente. (...) havia sempre dificuldades, obstáculos e delongas a vencer para receber êsses dinheiros, roupas e mantimentos." Pelas cartas dos jesuítas, transcritas ainda em MATTOS(1958), tudo leva a crer que tais vencimentos não chegavam a ser pagos, ficando os missionários a mercê dos favores de índios ou dos colonizadores interessados nos "serviços" que eles ofereciam.

Em 1564 começou a entrar em vigor uma nova política de captação de recursos, planejada desde 1557, a redízima: "Por esta fórmula dez por cento de tôda a arrecadação dos dízimos reais em tôdas as capitanias da colônia e seus povoados ficariam, inperpetuum, vinculados à manutenção e sustento dos colégios da Companhia de Jesus. Garantia - se dêsse modo aos colégios uma condição econômica segura e estável, com amplas perspectivas de desenvolvimento, acompanhando pari-passu o crescimento e enriquecimento progressivo da incipiente colônia." (MATTOS, 1958, p.134) E além da redízima a Companhia conseguiu doações, heranças, legados e compras, terrenos, casas alugadas.

Mas independentemente do recebimento ou não das tais "esmolas" ou do valor obtido com a redizima, etc., o que se obtinha não era destinado ao professor de primeiras letras ou da Gramática, por serviços prestados na educação. Mas para uma instituição cujos membros cumpriam uma missão: a conversão. O que não exigia remuneração para o indivíduo. Segundo Azevedo(1976), página 26, a cultura dos jesuítas tinha "a formação do humanista e do filósofo, (...) como base da formação do perfeito teólogo; uma cultura disciplinada para se fazer moral, triturada para a catequese e para o ensino, equipada como arma de combate para as lutas religiosas, florida para os torneios de espírito, esplendidamente ornada para o púlpito."

Tudo leva a crer que os jesuítas tinham como objetivo maior chegar a educação das elites econômicas. E para cumprir tal "missão" aproveitaram a oportunidade que tiveram, entrando no país como auxiliares da colonização, para, aos poucos irem chegando ao que realmente queriam.

Mas em 1759 os interesses da Companhia foram tolhidos por uma ação do Marquês do Pombal: a expulsão dos jesuítas tanto de Portugal quanto do Brasil. Com isso, independente das razões que levaram Pombal a tomar tal atitude, o que o "Brasil sofreu não foi uma reforma de ensino, mas a destruição pura e simples de todo o sistema colonial do ensino jesuítico."(AZEVEDO, 1976, p. 47). Inaugurando assim a entrada do governo em questões educativas.

Período pós jesuítico (1759 - 1920)

De 1759 a 1772, segundo AZEVEDO(1976), o ensino foi transferido para as mãos "dos padres seculares e dos frades, franciscanos e carmelitas, - seus naturais continuadores,

no a porção mais letrada da sociedade colonial". Mas este ensino "não colhia nas suas
has senão os estudantes que vinham na maior parte, da elite da sociedade rural e
guesa, e poucos outros, recrutados na massa de mestiços que gravitavam para as vilas e
ades."

Em 1772, 13 anos depois da expulsão, surgem as aulas régias. Sendo que só em
0 foram criadas, entre outras aulas, algumas relacionadas com a Matemática: aritmética,
ometria e desenho.

Então, "a educação que era dada quase exclusivamente em escolas confessionais
passou a ser ministrada nas aulas e escolas régias por mestres nomeados, de acordo com
ispos, e pelos padres - mestres e capelães de engenho (...)" (AZEVEDO, 1976, p. 51)

Só com a separação da Igreja do Estado, em 1891, "e a laicização do ensino
inistrado nos estabelecimentos públicos (...) a política escolar da Igreja, que exercera até
ão o monopólio de direção espiritual, sofria os primeiros golpes (...) Mas dentro do novo
ime em que o Estado instituiu o sistema de neutralidade escolar, a escola que antes se
envolvia a sombra da Igreja, religião oficial no Império, continuou a progredir pela iniciativa
vada e sob o impulso de diversas ordens religiosas. (...) (AZEVEDO, 1976, p. 126)

Voltando às aulas régias, eram "avulsas", dependendo necessariamente da vontade
professores "que viviam entregues a si mesmos, totalmente isolados e sem inspeção
uma. (...) Escolhiam os professôres o horário de suas lições. Matriculavam - se os
udantes a qualquer época do ano retirando - se quando bem lhes aprouvesse (...) Carentes
incentivo e orientação, aquinhoados com salários ínfimos que mal bastavam para o aluguel
uma casa onde pudessem das suas aulas, pouco puderam fazer os mestres de aulas
lsas em prol dos estudos secundários na Capital do Império." (HAIDAR, 1972, p. 96)

A extinção das tais aulas avulsas se deu com a criação do externato (1857) acoplado
Colégio Pedro II. Ressaltando que desde 1833 as aulas de geometria tinham sido extintas
falta de professores

Segundo HAIDAR(1972), foi a partir do Ato Adicional de 1834, que foram tomadas as
meiras providências tendentes a imprimir alguma organização aos estudos secundários, mas
da relacionado com aumento de salário.

Em 1854, com a reforma Couto Ferraz, foram impostas normas ao "exercício da
rdade de ensinar na Capital do Império, condicionando a abertura de escolas a licença
via do govêrno, sendo que os professores e diretores deveriam submeter - se a provas de
acidade profissional e moralidade." (HAIDAR, 1972, págs. 164 e 170). Esta mesma reforma
mesmo tempo em que colocava os estabelecimentos particulares de ensino sob a
ervisão imediata dos poderes públicos, inaugurava oficialmente na Côrte uma política de
venção às escolas privadas. Na falta de escolas públicas o Regulamento previa uma
tificação razoável' aos professôres particulares que admitissem, gratuitamente, alunos
res." (HAIDAR, 1972, p. 172).

Vale a pena salientar que "ao lado dos estabelecimentos erigidos com fins
merciais, criaram - se, na Côrte e nas províncias, escolas totalmente gratuitas mantidas por
sociações beneficentes nas quais, cidadãos beneméritos exerciam graciosamente o
gistério." (HAIDAR, 1972, p. 192). Além desta situação, "subvencionada pelos cofres
blicos e servidas por professôres que se dispunham a exercer o magistério sem qualquer

retribuição, também ministrava ensino gratuito a Escola de Humanidades do Instituto Farmacêutico, inaugurada na Côrte em 1874. (...)"(HAIDAR, 1972, p. 194).

Ainda na República, "sem escolas prepostas à formação uniforme dos professores secundários, quase todos recrutados, como no Império, nos quadros das profissões liberais, o ensino secundário não podia apresentar, como não apresentava, esse poder educativo e essa eficiência cultural que provém da ação lenta de um curso de estudos, prolongado e desinteressado, e tanto mais eficaz quanto exercida por um conjunto de mestres preparados num ambiente comum (...) Nenhuma reforma até 1930 encarou nem procurou resolver esse grande problema; e exatamente na falta de um corpo de professores de carreira, formados sob orientação uniforme, em escolas de alto nível é que se podem buscar as origens de muitas das dificuldades em que se esbarravam, na sua execução, os esforços (...) de reorganização do ensino secundário." (AZEVEDO, 1976, p. 135).

Então se nem a questão de formação de professores estava resolvida até 1930, que dirá a questão salarial. Os profissionais liberais não tinham o magistério como meio de vida. Para os padres dar aula também não se constituía numa profissão. E aqueles que tentavam sobreviver somente das aulas mantinham cursos de preparatórios ou alguma outra atividade paralela. E assim permaneceu o professor pelo menos até 1930(segundo Azevedo; 1976)... Quando não era padre ou "cidadão benemérito", acabava tendo que sobreviver com um salário ínfimo dependendo de um certificado de moralidade para ministrar aulas.

Considerações finais

Até o presente momento(agosto/02) entrevistamos seis professores, um da década de 50, dois de 60, dois de 70 e Paschoal Lemme(memórias).

Destes que já foram entrevistados podemos levantar alguns indícios sobre a relação professor - missionário cujas "raízes" foram exploradas anteriormente. Um dos entrevistados, por exemplo, já aposentado, afirmou ter plena convicção de ter cumprido com a "missão" dele.

Mas também podemos encontrar "confusão" entre uma outra relação, a saber: magistério - arte. Por exemplo, Paschoal Lemme. Filho de cirurgião dentista, abandonou a família para morar numa pensão depois de ter casado com uma professora. E vivendo uma vida de privações financeiras tentou outra profissão, mas acabou voltando ao magistério. Esse retorno, segundo ele, seria inevitável pois o seu temperamento "foi sempre voltado para as coisas, digamos assim, das artes, onde não se considera muito a relação entre os possíveis ganhos e a atividade que exerce... E em educação, no ensino como relacionar esse trabalho invisível, impossível de ser medido em termos de ganhos e lucros que é a formação de um ser humano ou a transmissão de conhecimentos, ainda que no nível mais modesto?"(LEMME, 1988, p. 196)

No geral, dos seis entrevistados, podemos afirmar que foram professores dedicados, que sentiram satisfação pessoal pelo trabalho extra sem remuneração que exerceram, que se sentiam gratificados só pelo sucesso profissional de ex -alunos e que, ao serem perguntados se Matemática é clência ou arte, optaram pela arte.

Então o que dizer dessas pessoas, que existiam(e ainda existem) aos milhares por aí. Daqueles que antes de 1920 se dedicavam ao ensino com salário baixíssimos ou simplemente sem salário("cidadãos beneméritos" que davam aula de graça).

ariam eles cumprindo uma missão, um ofício artístico ou exercendo a profissão de professor Matemática? Ou seja, magistério é uma profissão, arte ou sacerdócio?

liografia

EVEDO, F. de . A transmissão da cultura. parte 3 da 5ª ed. da obra A cultura brasileira. São ulo : Melhoramentos, Brasília, INL, 1976.

NHA, L. A. "A Universidade temporã: O Ensino Superior da colônia à era de Vargas". Rio de eiro: Francisco Alves, 1980.

USTO, B. História do Brasil. 2ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: ndação do Desenvolvimento da Educação, 1995.

AMSCI, A. Os intelectuais e a organização da cultura. 5ª ed. Rio de Janeiro : Civilização sileira, 1985.

IDAR, M. de L. M. O ensino secundário no Império brasileiro. São Paulo : Grijalbo, Ed. da versidade de São Paulo, 1972.

LANDA, S. B. Raízes do Brasil. 26ª ed. São Paulo : Companhia das letras, 1995.

MME, P. Memórias. v. 1 São Paulo : Cortez : [Brasília, DF] : INEP, 1988

TTOS, L. A., Primórdios da Educação no Brasil. Rio de Janeiro : Gráfica Editora Aurora DA. , 1958.

GLE, J. , Educação e sociedade na primeira República. São Paulo : EPU, Ed. da iversidade de São Paulo, 1974.

IVA, V. , Educação popular e educação de adultos. São Paulo : Edições Loyola, 1987.

ADO JR., C., Evolução Política do Brasil. São Paulo : Brasiliense; 1969.

ADO JR., C., Formação do Brasil Contemporâneo: Colônia. São Paulo : Brasiliense; blifolha, 2000.

DRÉ, N. W. Síntese de História da Cultura da Brasileira. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora ilização Brasileira, 1972.

VIER, M. E. S. P. Poder político e educação de elite. São Paulo : Cortez / Autores sociados, 1980.

VIER, M. E. S. P., RIBEIRO, M. L., NORONHA, O. M. História da Educação: A escola no asil. São Paulo : FTD , 1994.

Geometrias não euclidianas : uma proposta metodológica para o ensino de Geometria no Ensino Fundamental

Zonice Garbelini Martos
Antonio Carlos Carrera de Souza
UNESP/Rio Claro SP

Resumo

Em nossa dissertação de Mestrado, apresentamos uma proposta didática ao ensino da Geometria euclidiana e não-euclidiana para o Ensino Fundamental. A partir da metodologia desenvolvida por Istvan Lénárt, elaboramos um estudo que visou a articulação entre a Geometria Esférica e a Geometria euclidiana. Foi também nosso objetivo o desenvolvimento significativo dessas geometrias.

Trabalhamos com a metodologia de pesquisa, pesquisa-ação e o nosso referencial teórico é baseado na formação de conceitos , da obra Pensamento e Linguagem de Vigotski (1999).

Neste propósito, vemos a necessidade de um trabalho baseado na Problematização (Mendonça,1993) e na possibilidade de negociação de significados.

Justificativa

É preciso iniciar um caminho que amplie o conhecimento geométrico, porque uma avaliação criteriosa sobre o desenvolvimento atual da nossa sociedade mostra-nos que não é mais possível ao homem continuar situando-se apenas num espaço tridimensional, constituído por retas perpendiculares, triângulos planos, superfícies perfeitas. Os "temas" colocados para a nossa época devem incluir novas formas de relacionamento do homem com os outros e com a natureza. Desse modo, entender as conseqüências sobre seu tempo e sobre o futuro das viagens interplanetárias, das violentas explosões atômicas, demanda compreender novas interpretações do tempo e do espaço. Acreditamos que o desenvolvimento do pensamento geométrico contribui para o processo de construção do conhecimento, valorizando o descobrir, o conjecturar e o experimentar. Ainda vivemos em uma superfície esférica; raramente percebemos esse fato e as suas implicações conceituais, bem como a relação entre a Geometria e a Geografia.

Muitos conceitos da Geometria Esférica, segundo Lénárt,

> *"sempre estiveram presentes no currículo de geografia, como por exemplo, latitude, longitude, equador, o sistema de coordenadas geográficas. Apesar de que descrições não-euclidianas do mundo físico sejam utilizadas em pesquisas sobre fenômenos ópticos e sobre propagação de ondas, além, é claro da teoria da relatividade, raramente ou quase nunca, idéias das geometrias não - euclidianas são estudadas com a mesma importância e profundidade que são usadas para geometria plana. A Geometria esférica representa portanto um papel importante e vital nas diversas ciências. Dentro da matemática, a geometria*

esférica é extensamente usada em geometria sólida, trigonometria, topologia, cálculo, geometria projetiva, diferencial, etc. também têm aplicações em cristalografia, astronomia, navegação, desenho técnico, artístico e industrial, etc"(tradução nossa).(1996)

eferencial teórico

Em um dos capítulos de nossa dissertação apresentamos as contribuições dos udiosos em Geometria Esférica, no sentido de fundamentar os conceitos que trabalhamos m os alunos do Ensino Fundamental, além de alguns referenciais teóricos, entre eles, ndonça (1993) e Vigotski (1999).

etodologia

Vários pesquisadores têm trabalhado com a metodologia de pesquisa, do tipo squisa-Ação, dentre eles Barbier, (1985); Thiolent(1998); Monteiro(1998); Alves–zzotti(1998). Optamos pela abordagem discutida por André(1998) e por Baldino e Carrera Souza (1993).

Atualmente, há um aumento da aproximação da pesquisa qualitativa na escola. Como umenta Moises (1997), "reconhece-se a importância de se analisar o que se passa em sala aula, especialmente na situação de ensino aprendizagem, usando a metodologia de cunho is qualitativo"

Preferimos a pesquisa-Ação, pois acreditamos que a melhoria do ensino somente derá ser efetivada a partir da ação do professor. Segundo Baldino e Carrera de Souza(93),

(...)"Para mudar a sala de aula, é por ela que temos de começar e, para que as danças não sejam aleatórias e se auto destruam, é preciso que a ação de mudança do real orra junto com a reflexão teórica que a propõe, orienta e analisa. O professor - pesquisador é gente que se encarrega de conduzir o ensino, colher e analisar dados. Ele toma sua própria tica como objeto de pesquisa. A reflexão não é um momento de isolamento e introspecção s, sim, de interrogação e discussão com um grupo de professores pesquisadores. A fórmula pois, ação-reflexão-ação com periodicidade semanal, não reflexão-ação-reflexão com riodicidade anual ou periodicidade de uma dissertação acadêmica. Essa é a metodologia da squisa-Ação."

Acreditamos que essa mudança leva o professor a uma auto-crítica, e uma a cussão com o grupo possibilitando o aperfeiçoamento profissional.

onsiderações finais

A seguir destacamos e discutimos duas categorias que apareceram em nosso palho: Geometria Esférica e Uso da régua esférica.

Geometria Esférica

Os alunos participantes da pesquisa tiveram contato com um tipo diferente da geometria com que estavam acostumados a trabalhar: a Geometria Esférica. O trabalho pedagógico com esse outro modelo de Geometria fez com que os alunos pudessem vislumbrar sua inserção no planeta em que vivem, estabelecendo relações com conceitos geográficos através da Matemática. Os conceitos da Geometria Esférica, abordados por meio de fichas de trabalho, uso de materiais manipulativos e discussão entre grupos, permitiram uma aprendizagem com significado.

O papel do professor também é fundamental nesse processo, pois ele deve levar o aluno, através da fala, a expressar seus conhecimentos sobre determinados conceitos geométricos.

Uso da régua esférica:

Quando falamos em materiais pedagógicos, queremos deixar evidente que o professor deve ter sua postura adequada ao material adotado, além de uma relação dialógica na sala de aula, de modo que a atividade seja em grupo e priorize a palavra, pois em nada adiantará o uso de materiais manipulativos, se o professor mantiver a atitude de que somente ele tem direito à palavra. Acreditamos que, se o professor produzir atividades que priorizem o desenvolvimento da fala, permitirá aos alunos a explicitação de seus argumentos, promovendo, assim, o aprendizado.

A partir do trabalho pedagógico desenvolvido na sala de aula de Matemática, sugerimos ao professor, que optar por discutir conceitos de Geometria Esférica, que inicie uma abordagem intuitiva e experimental para, posteriormente, avançar em níveis de sistemas axiomáticos.

Para que o aluno possa se apropriar de conceitos geométricos, é necessário que o professor permita certas ações, tais como: manipular, medir, traçar, desenhar, visualizar, comparar e classificar as diferentes formas geométricas. O uso da régua esférica possibilitou aos alunos o desenvolvimento de conceitos geométricos em nosso projeto. Isso fica claro em um dos comentários feitos pelos alunos:

"Os pontos que eu gostei foi esses aí acima, de ter aprendido várias coisas que nem sequer eu sabia que existia. Como por exemplo, a régua esférica e outras coisas mais. A gente aprendeu como mexer com os instrumentos de trabalho, aprendemos bastante."

Como muito bem apresenta Lénárt (1993 p. 310), a experimentação com o material (régua esférica,compasso, globo) cria e desenvolve um pensamento autônomo e independente nos alunos. Essa aprendizagem com modelos alternativos permite desenvolver a capacidade do indivíduo de comunicação.

Bibliografia

BALDINO, R.R. et all "A violência na Escola" Relatório Interno Depto Mat, UNESP, Rio Claro-SP, nº53/99 abril/99.

BALDINO, R. R. Justificando a trajetória pessoal. Rio Claro: Departamento de Matemática, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 1999. 4 p. Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Apostila.

LDINO, R. R. ; CARRERA DE SOUZA, A. C. Grupo de Pesquisa-Ação em Educação temática. In: RESUMO Técnico: relatório do sistema diretório dos grupos de pesquisa no asil. Rio Claro: UNESP, IGCE, CNPq, 1997.

RBIER, R. A pesquisa-ação na instituição educativa. Rio de Janeiro: Zahar, 1985. 280 p.

GDAN, R.C., Biklen,S. K., Investigação Qualitativa em Educação: uma Introdução à teoria e s métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

NOLA R. Geometrias no euclidianas. Buenos Aires :Espasa-Calpes, 1951.

RRERA DE SOUZA, A.C. e BALDINO, R. R., Manifesto sobre o cotidiano da escolaridade sileira. IN: Bicudo, M.A.V. e Silva Junior, C.A., Formação do Educador e Avaliação ucacional v.4 pp. 191-205 São Paulo: Editora da UNESP, 1999.

NÁRT I. Euclidean and non- euclidean geometries. Berkeley: Keypress Academy, 1996.

____ . Alternative models on the drawing ball, educational studies. Mathematics Teacher, 4, p.277-312, 1993.

NÁRT, I. Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por one@mat.uel.br> em 01 nov.1997.

___ Publicação eletrônica [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por gmartos@caviar.igce.unesp.br> em 25 de março 1998.

RTOS, Z. G. Geometrias não-euclidianas: uma proposta metodológica para o ensino de ometria no Ensino Fundamental. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-ADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2000, Rio Claro. Anais...Rio Claro: IGCE 00. p.210-6.

NDONÇA, M.C.D. Problematização: Um caminho a ser percorrido em Educação. 1993. f. Tese (Doutorado em Psicologia da Educação) – Faculdade de Educação, UNICAMP, mpinas.

N DER VER, R., VALSINER, J. Vigotski : uma síntese: Loyola, 1996.

GOTSKY, L. S., Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

___. A formação social da mente São Paulo: Martins Fontes, 1997

nice Garbelini Martos

ail: zionice@ig.com.br

LISTA DE PARTICIPANTES (PROFESSORES E ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO)

Nome	Instituição	e-mail
Adair Mendes Nacarato	USF	adamn@terra.com.br
Adriana César de Mattos Marafon	UNIMEP	amarafon@hotmail.com
Adriana Correia Almeida	UNICAMP	radrica@sigmanet.com.br
Adriana de Bortoli	UNESP - Rio Claro	dribortoli@zipmail.com.br
Adriana Helena Borssoi	UEL	fborssoi@uol.com.br
Aguinaldo Herculino de Oliveira	PUC - SP	ahdeo@ig.com.br
Ailton Martins dos Santos	PUCSP	ailton.niwton@votuporanga.com.br
Alessandro Jacques Ribeiro	PUC-SP-UNIP	alejacques@uol.com.br
Alexandre Vinicius C. Damasceno	UFRN	alexdamasco@ig.com.br
Alexandrian Monteiro	USF	math_ale@uol.com.br
Alexsandra Câmara Maciel	PCSP	alex-ma@uol.com.br
Ana Cristina Ferreira	UNICAMP	anacfer@hotmail.com
Ana Flávia Mussolini	UNESP – Rio Claro	anamussolini@linkway.com.br
Ana Maria F. Tucci de Carvalho	PUCSP	anatuccicarv@bol.com.br
Ana Maria Maceira PIRES	UNESP – Rio Claro	anamariamb@ig.com.br
Ana Paula dos Santos Malheiro	UNESP - Rio Claro	apsm@rc.unesp.br
Andréia Dalcin	UNICAMP	a.dalcin@bol.com.br
Andréia Júlio de Oliveira	UFRN	andreiajoliveira@aol.com.br
Andréia Maria Pereira de Oliveira	UNESP-RC	ampodeinha@uol.com.br
Anna Franchi	PUCSP	afranchi@pucsp.br
Anna Regina Lanner Moura	UNICAMP	lanner@unicamp.br
Antonio Carlos Carrera	UNESP – Rio Caro	carrera-souza@uol.com.br
Antônio Henrique Pinto	UNICAMP	ahp.henrique@escelsa.com.br
Antonio Miguel	UNICAMP	miguel@unicamp.br
Antônio Pádua Machado	UNESP-RC	apaduam@rc.unesp.br
Antonio Vicente Garnica	UNESP - Bauru	vgarnica@travelnet.com.br
Aparecida Rodrigues Silva Duarte	PUC - SP	angel-bb@uol.com.br
Arlete Detry Terra Werneck	PUCSP	apetry@uol.com.br

ouza Júnior	UFU	arlindo@trinag.com.br
Traldi Júnior	PUC-SP	traldijr@ig.com.br
essandra Bovo	UNESP – Rio Claro	audriab@bol.com.br
Lutaif Bianchini	PUC SP	bárbara@pucsp.br
'Ambrosio	IUPUI - EUA	bdambro@iupui.edu
ves Dassie	Univ. Estácio de Sá - RJ	badassie@bol.com.br
ntônio da Silva	PUC-SP	carlos@araxa.cefetmg.br
Rosane Franzon	UFRN	crfranzon@yahoo.com.br
ukiko Kamei Kimura	PUC - SP	cemura@terra.com.br
spasandin Lopes	UNICAMP	celilopes@uol.com.br
ck Brandt	UFSC	brandt@bsi.com.br
ria Ananias	USF	mauricel@ig.com.br
ga	PUCSP	ciro.braga@globo.com
Cardoso Vieira B. de Araújo	PUCSP	claudiacvbrazil@ig.com.br
ny Amorim Noronha	UFRN	claudianny@bol.com.br
Aparecido da Costa	PUC-SP	claudineicosta@yahoo.com.br
Dall'Anese	PUCSP	claudiodal@netabc.com.br
osé de Oliveira	UNISINOS	cjoliver@terra.com.br
o Clarete	UFMG	teca@fae.ufmg.br
Aparecida Stella	PUC - SP	crisstella@uol.com.br
Fernandes de Souza	UFRN	crissouza.fernandes@bol.com.br
Ferreira de Sá Tavares	FAE-UFMG	cfstavares@ig.com.br
Meyer	PUC - SP	tina@octo-plus.com.br
n	UNICAMP	dalebean@yahoo.com
rentini	UNICAMP	dariof@unicamp.br
a Silva Ribas Capuchinho	UFMG	capuchinho@hotmail.com
elena Lombardo Ferreira	UNESP - Rio Claro	deniseferreira@hotmail.com
ramillo	UNICAMP	diana_jaramillo@hotmail.com
chesi de Carvalho	UNICAMP	dione@unicamp.br
Magalhães Maciel	UNICAMP	domicio@unicamp.br

Edda Curi	PUC-SP	edda.curi@uol.bol
Edelweiss Brandão Pelho	PUC-SP	fpelho@terra.com.br
Edson Alves Cardoso	PUC - SP	edsonnara@uol.com.br
Eliana da Silva Souza	UNICAMP	elianas@unicamp.br
Eliane Oliveira Lorete	UFES	elorete@bol.com.br
Elias Rogrigues de Moura	PUC-SP	eliasmoura@uol.com.br
Elisângela Pavanelo	UNESP - RC	epavanelo@ig.com.br
Elizabeth Conceição Sena Gonçalvez	USF	beth-sena@ig.com.br
Erica da Silva Moreira Ferreira	UNICAMP	eeferreira@cablenet.com.br
Esther do Lago Pretti	PUCSP	estherpretti@hotmail.com
Ettiene		ettiene@avalon.sul.com.br
Fabiana Fiorezi de Marco	UNICAMP	ffmarco@unicamp.br
Fernanda Cesar Bonafini	UNESP-RC	fbonafini@yahoo.com
Flávia dos Santos Soares	Univ. Estácio de Sá - RJ	fsoares.rlk@terra.com.br
Flávio Orlandi	UNICAMP	forlandi@dglnet.com.br
Francisca Terezinha Oliveira Alves	UFRN	ftoalves@yahoo.com.br
Francisco Carlos Benedetti	UNESP - Rio Claro	profchico@uol.com.br
Gelsa Knijnik	UNISINOS	gelsak@portoweb.com.br
George Pimentel Fernandes	UFRN	gabe4@starmidia.com
Gilberto Francisco Alves de Melo	UNICAMP	gfam@unicamp.br
Gilda Lisbôa Guimarães	UFPE	gilda@npd.ufpe.br
Giovana Cristina Ferrari	UNESP - Rio Claro	giovanac@yahoo.com
Gladys Denise Wielewski	PUC - SP	gladysdw@terra.com.br
Gláucia Marcondes Vieira	FAE-UFMG	gauvieira@hotmail.com
Hellen Castro Almeida Leite	UFES	hellen.mat@bol.com.br
Isabel Cristina Rodrigues de Lucena	UFPA/PPEED-UFRN	isabelucena@ig.com.br
Ivanete Bellucci Pires de Almeida	PUC - Campinas	ivanete_belluci@hotmail.com
Izabel Cristina de Araújo Franco	UNICAMP	izabel.franco@bol.com.br
Jaime do Carmo Macedo Lema		jaime-leme@ig.com.br
Janice Pereira Lopes	UFSC	janicepl@bol.com.br

e Magalhães Brum	UFES	jackie_magalhaes@hotmail.com
rlos Gilli Martins	UNESP/UFSM	jgilli@terra.com.br
derico Meyer	UNICAMP	joni@ime.unicamp.br
Almeida Amorim	UNICAMP	amorimja@yahoo.com
ônio Araújo Andrade	USF	joseaaa@ig.com.br
gusto dos Santos	USF	mestradokuka@ig.com.br
rrenço da Rocha	PUC-RJ	jlrocha@centroin.com.br
ardo e Souza Mafra	UFRN	jrmafra@yahoo.com
Pinto de Arruda	UFSC	jarruda@ca.ufsc.br
a Estácio Menezes	UFRN	jomene@bol.com.br
danez	PUC - SP	didirossini@yahoo.com.br
lena Costa Silva	PUC - SP	luciahcs@terra.com.br
Parente Rocha	UNICAMP	luciana_p@hotmail.com
Martinelli	PUCSP	lumarlu@uol.com.br
Meira	UFPE	lmeira@npd.ufpe.br
pe Simões Godoy	PUCSP	lfgodoy@uai.com.br
arecida Palaro	PUC - SP	luziaapalaro@terra.com.br
Oriosvaldo de Moura	USP	modmoura@us.br
Borba	UNESP – Rio Claro	mborba@rc.unesp.br
Maioli	PUCSP	maioli@lrapida.com.br
Stocchi	PUCSP	mstochi@bol.com.br
ntonio Modesto	UNESP – Bauru	modesto@ipnet.com.br
ngela Miorim	UNICAMP	miorim@unicamp.br
uxiliadora B. Andrade Megid	UNICAMP	dmegid@unicamp.br
ecília Arena Lopes Barto	PUCSP	ceci-lia@uol.com.br
o Carmo de Sousa	UNICAMP	mdcsousa@unicamp.br
elena S.S. Bizelli	UNESP-Araraquara	mlena@iq.unesp.br
ez Rodrigues Miguel	PUC-SP	minez@pucsp.br
aura Magalhães Gomes	UFMG/UNICAMP	laura@mat.ufmg.br
eresa Menezes Freitas	UNICAMP	mtmf@unicamp.br

Mariângela Pereira	UNESP - Rio Claro	benetoli@bol.com.br
Marilene Moussa Miranda	PUC - SP	marilenm2@uol.com.br
Marisa da Silva dias		DIASMARISA@uol.com.br
Marisa Rezende Bernardes	UNESP-Bauru	marisarb@terra.com.br
Maristela Gonçalvez Gomes	CPGECT- CFM/CED	magg@terra.combr
Mauro César Gonçalves	PUC-SP	maurocg01@uol.com
Michela Tuchapesk	UNESP – Rio Claro	mitucha@hotmail.com
Micheline Rizcallah Kanaan da Cunha	PUCSP	mike@uol.com.br
Míriam Penteado	UNESP – Rio Claro	mirgps@ms.rc.unesp.br
Monica Karrer	PUC - SP	mkarrer@uol.com.br
Moysés Gonçalves Siqueira Filho	UNICAMP	msiqueira@escelsanet.com.br
Nelson Arbach	PUCSP	nelarbc@globo.com
Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro	UFSC	nilceiap@uol.com.br
Nivéa Dorothy Rehder Ferrari	UNESP - Rio Claro	
Norma Suely Gomes Allevato	UNESP - Rio Claro	normallev@uol.com.br
Osvaldo dos Santos Barros	PPGECM/UFPA	osvbr@ufpa.br
Patrícia Sader	UNICAMP	patileo@uol.com.br
Patrícia Sader Azevedo	UNICAMP	patileo@uol.com.br
Paulo César Oliveira	UNICAMP	oliver@cablenet.com.br
Pedro Franco de Sá	UEPA/UNAMA-UFRN	psa@digi.com.br
Plínio Cavalcanti Moreira	UFMG	plinio@ufmg.br
Raquel Milani	UNESP - Rio Claro	raqmilani@yahoo.com.br
Regina Célia Alem J. Socolowski	PUC-SP	r.soc@bol.com.br
Regina Grando		regrando@netsite.com.br
Renata Moro	UNESP – Rio Claro	rmoro@rc.unesp.br
Renata Rossini	PUC-SP	renatars@uol.br
Rita de Cássia Gomes Machado	PUC - SP	mrfmachado@uol.com.br
Roberta D'Angela Menduni	UFES	robertamenduni@bol.com.br
Roberto Antonio Marques	UFMG	robmarqs@ig.com.br
Rodolfo Chaves	UNESP - Rio Claro	rodolfo@claretianas.com.br

Catarina Rodrigues de Lima	PUC - SP	limaroberto@ig.com.br
Miskulin	UNICAMP	misk@unicamp.br
Amaral Zulatto	UNESP – Rio Claro	rublaba@uol.com.br
abeth de S. R. Borba	UFPE	borba@talk21.com.br
ar Pietropaolo	PUCSP	rpietro@pucsp.br
moulod	PUCSP	saddo@ig.com.br
aidan	UFMG	samira@fae.ufmg.br
aidan	UFMG	samira@fae.ufmg.br
ugusta dos Santos	UNICAMP	sandra@ime.unicamp.br
a Silva Santos	PUC - SP	sandrinha@proem.pucsp.br
Martins Melo	UFMG	vanamelo2@hotmail.com
gina Vieira da Silva	UNESP - Rio Claro	silviavieira@linkway.com.br
es da Silva	PUCSP	silviomat@ig.com.br
la Silva Dias Caetano	PUCSP	simone-cetanto@uol.com.br
Luccas	UEL	sluccas2002@yahoo.com.br
Hassan Ahmad Ali Fernandes	PUC - SP	solangehf@osite.com.br
gina Facco	PUCSP	soniafacco@uol.com.br
parecida de Souza Gracias	UNESP – Rio Claro	tasouza@rc.unesp.br
uimarães Moreira	UFMG	val.gm@bol.com.br
Sena Tomaz	UFMG	vanessa@cyberpl.com.br
tina,Machado Santos	PUC - SP	veracsmoreno@ig.com.br
la de Oliveira Ferreira Martins	PUC - SP	veralof@terra.com.br
ia Xavier Figueiredo	UNICAMP	vera@ime.unicamp.br
laria Estephan	USP	elias-estephan@uol.com.br
Cristina A. de Oliveira	UNIPAC	vcao@barbacena.com.br
Valente	PUCSP	valente@pucsp.br
Garbelini Martos	UNESP - Rio Claro	zionice@ig.com.br
Lúcia do Nascimento	PUCSP	zoraide-p@unisantos.br

sa é financiada pela FAPESP.

[ii] Todas as professoras participantes optaram para 'aparecer' na pesquisa com seus próprios nomes.