

ENSINO DE ÁLGEBRA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: REFLEXÕES DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA SOBRE ITENS DO SARESP

Rosângela de Souza Jorge Ando
UNIBAN
rosangela.ando@gmail.com

Nielce Meneguelo Lobo da Costa
UNIBAN
nielce.lobo@gmail.com

Resumo:

Este artigo é um recorte de uma pesquisa de mestrado cujo objetivo foi investigar, em um contexto de formação continuada envolvendo Ensino de Álgebra, a compreensão e as reflexões de professores de Matemática sobre resultados de avaliações externas do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (Saresp). Neste artigo discutimos algumas das reflexões desses professores. A pesquisa qualitativa do tipo investigação-ação foi desenvolvida em fases: documental e de campo. Os sujeitos foram 16 professores e os dados coletados por gravações em áudio, vídeo e por materiais produzidos pelos sujeitos. Embasaram a pesquisa os estudos de Perrenoud sobre processos reflexivos, de Shulman, sobre conhecimentos profissionais, e de Ball, Thames e Phelps sobre os conhecimentos necessários para o ensino de matemática. A análise revelou a existência de quatro categorias de reflexão ao longo do processo formativo: Avaliações Externas; Ensino de Álgebra; Matemática envolvida nos itens e Formação Docente.

Palavras chave: Formação Continuada; Avaliação Externa; Ensino de Álgebra; Reflexão.

1. Introdução

As avaliações externas, a partir da década de 1990, assumiram lugar de destaque na agenda das políticas públicas educacionais brasileiras produzindo dados, estatísticas e indicadores que auxiliam a diagnosticar a qualidade da educação no país. Assim sendo, se configuram como instrumentos relevantes para informar os níveis de aprendizagem dos alunos e fornecer subsídios às tomadas de decisões tanto no âmbito de governos quanto da escola. Isso é válido para gestores escolares e para professores, que podem se valer delas para orientarem suas ações e determinarem diretrizes visando melhoria no ensino e, como consequência, evolução (ou manutenção) dos índices obtidos pelos alunos nas avaliações.

As avaliações externas têm por propósito aferir as habilidades dos alunos que são colocadas em jogo ao responderem itens relacionados principalmente à leitura (letramento) e à matemática (letramento matemático). No caso do Estado de São Paulo, por meio do

Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar de São Paulo (Saresp), são aplicadas avaliações nas escolas públicas, anualmente, nas 2^a, 4^a, 6^a. e 8^a. séries/ 3^o., 5^o., 7^o. e 9^o. anos do Ensino Fundamental e 3^a. série do Ensino Médio. Além de avaliar anualmente os conhecimentos específicos construídos pelos alunos relativos à Língua Portuguesa e à Matemática, são avaliados bianualmente (de forma intercalada) também as áreas de Ciências da Natureza – que inclui Ciências, Física, Química e Biologia e de Ciências Humanas – com História e Geografia.

O professor de Matemática da Educação Básica no Estado de São Paulo tem se deparado, a partir de 2008, com a consolidação dos sistemas de avaliações externas, as quais têm apontado baixo índice de rendimento dos alunos em Matemática. Além disso, está em processo uma reestruturação curricular nas escolas públicas estaduais o que tem nelas configurado uma situação de implementação do novo currículo. Assim, os desafios que se apresentam aos professores são: incorporar as inovações curriculares à sua prática de sala de aula e desenvolver metodologias diversificadas para ensinar a Matemática, uma vez que no Estado de São Paulo foram instituídas metas para as escolas quanto aos resultados das avaliações externas, visando melhoria no rendimento dos alunos. Esse contexto de atuação profissional pode causar no professor insegurança para desenvolver seu fazer pedagógico, especialmente se pensarmos que esse professor pode ser tentado a orientar sua prática para “treinar” os alunos para as avaliações externas que, neste caso, em vez de servirem para informar as dificuldades e apontar rumos para correções, podem servir como redutoras de currículo.

Entendemos que nessa situação nova que tem se apresentado, cada vez mais são necessários processos formativos, em educação continuada, que se proponham a discutir as avaliações externas e auxiliar o professor a utilizar resultados, tais como os contidos nos Relatórios Pedagógicos, como mais um aliado para a constituição de ações metodológicas as quais, por sua vez, possam impulsionar o aprendizado dos alunos em Matemática.

A partir dessas nossas inquietações foi empreendida a proposta formativa para professores de Matemática da Educação Básica e a pesquisa que subsidiam este artigo.

2. A Pesquisa

O objetivo foi o de investigar, em um contexto de formação continuada, a compreensão evidenciada pelos professores participantes quanto a resultados de avaliações externas e as reflexões surgidas, a partir da análise de itens contidos em avaliações do

Saresp (Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo), relativos a equações e a sistemas de equações. O estudo se desenvolveu em um Módulo de Álgebra criado a partir de solicitação de uma Diretoria de Ensino da Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo (SEESP), do qual participaram 16 professores de Ensino Fundamental e/ou Ensino Médio. Os professores analisaram itens dos Relatórios Pedagógicos do Saresp (2008, 2009); e, em particular, para a pesquisa, selecionamos o conteúdo de equações e sistemas de equações.

A metodologia foi do tipo investigação-ação, na concepção de Bogdan e Biklen (1994), e o pesquisador¹ esteve envolvido diretamente na situação investigada buscando atender uma situação problema do contexto². A elaboração do Módulo de Álgebra foi feita juntamente com as Coordenadoras das Oficinas Pedagógicas. Situações de Aprendizagem dos materiais de apoio da SEESP foram exploradas e discutidos itens de avaliações externas, mais especificamente os do Saresp que envolvessem a Álgebra ensinada na Educação Básica, os quais poderiam ser aplicados nas salas de aula dos participantes. Os procedimentos metodológicos se dividiram em duas fases: a primeira, de pesquisa documental e construção do módulo de Álgebra e, a segunda, da pesquisa de campo. Na primeira fase pesquisamos documentos tais como, a Matriz de Referência do Saresp, Relatórios Pedagógicos do Saresp e os materiais didáticos de apoio a docência de Matemática da SEESP. A partir dos resultados construímos, em parceria com a Diretoria de Ensino, o módulo de Álgebra, o que compreendeu a escolha das atividades a serem discutidas com os professores e a seleção de itens dos Relatórios Pedagógicos do Saresp (2008/2009) com baixo índice de acertos, para serem analisados. Na fase 2 desenvolvemos o Módulo de Álgebra (sessenta horas de duração) com o grupo de professores de Matemática e investigamos as reflexões desses professores a respeito dos Relatórios Pedagógicos de avaliações externas do Saresp. A partir das análises dos professores sobre os itens que abordavam equações e sistemas de equações, identificamos as reflexões emergentes bem como as sugestões feitas por eles quanto à intervenções para um melhor desenvolvimento do conteúdo.

A fundamentação teórica quanto à formação foi baseada nos conceitos de conhecimento profissional docente de Shulman (1986) e nos conhecimentos profissionais necessários para o ensino de matemática apontados por Ball, Thames e Phelps (2008).

¹ A primeira autora deste artigo, que foi orientada pela segunda autora.

² Para mais detalhes consultar ANDO, 2012.

Quanto à reflexão compartilhada, tomamos como suporte estudos de Perrenoud (2002). Shulman dividiu os conhecimentos profissionais docentes em categorias agrupadas em: Conhecimento do conteúdo específico; Conhecimento pedagógico do conteúdo e Conhecimento curricular.

O *Conhecimento do conteúdo específico* requer não apenas o conhecimento do conteúdo em si; mas, além disso, uma compreensão da estrutura da disciplina que os professores devem lecionar. Segundo Shulman (1986),

...os professores devem não apenas ser capazes de definir para os estudantes as verdades aceitas em um domínio. Eles devem também ser capazes de explicar por que uma proposição particular é considerada justificada, porque vale à pena conhecer, e como se relaciona com outras proposições, tanto no âmbito da disciplina ou fora dela, tanto na teoria quanto na prática.³ (Tradução livre)

A partir dos dizeres do autor, fica evidente que, por exemplo, no caso de ensino de Álgebra, o professor deve compreender as estruturas algébricas de modo a articular seus conhecimentos e desenvolver a aprendizagem do aluno de formas variadas.

Conhecimento Pedagógico do conteúdo engloba não apenas o conhecimento do objeto, mas estabelecer uma maneira de compreensão para os outros, utilizando-se de diversas formas para representar o conceito que se quer ensinar, sejam elas esquemas, exemplos, ilustrações, demonstrações, etc. Além disso, deve decidir qual representação vai utilizar e o momento certo de fazê-lo. Essas decisões vêm de um processo contínuo de investigação, e outras se originam no aprendizado com a prática docente. Os alunos, por diversas vezes, apresentam distorções na aprendizagem de conteúdos e, por meio desse conhecimento pedagógico do conteúdo, o professor, utilizando estratégias, poderá propiciar uma reorganização dessas ideias e oferecer condições para reverter tal situação.

Conhecimento curricular inclui, além do conhecimento do currículo da disciplina, o conhecimento sobre o que o aluno aprendeu antes e o que deverá aprender depois (conhecimento vertical do currículo). Além disso, o professor deve conhecer o que seu aluno está aprendendo em outras disciplinas (conhecimento lateral do currículo). Shulman (1986) classifica, ainda, as formas para representar esse conhecimento do professor em três categorias: o *conhecimento proposicional*, o *conhecimento de caso* e o *conhecimento estratégico*. O *conhecimento proposicional* ou proposições são as fontes de conhecimento sobre o ensino, relaciona-se com a pesquisa empírica ou filosófica, experiência na prática,

³ ...Teachers must not only be capable of defining for students the accepted truths in a domain. They must also be able to explain why a particular proposition is deemed warranted, why it is worth knowing, and how it relates to other propositions, both within the discipline and without, both in theory and in practice.(p.9)

com a moral ou ética. O *conhecimento de caso* é o conhecimento de eventos específicos da prática e o *conhecimento estratégico* entra em jogo quando o professor precisa enfrentar situações em que conflitam os princípios teórico, prático e moral; e nenhuma solução simples é possível, quando há contradições ou quando conhecimento de casos não se aplica.

Ball *et al* (2008), apoiados na teoria de Shulman (1986), desenvolveram pesquisas com foco no trabalho de ensinar, ou seja, a preocupação da equipe foi em investigar as tarefas envolvidas no ato de ensinar e as necessidades matemáticas disponibilizadas para permitir que essas tarefas sejam condutoras da construção do conhecimento dos estudantes. A partir das pesquisas, Ball *et al* (2008) criaram a Teoria do Conhecimento para o Ensino de Matemática (MTK) considerando dois domínios: o conhecimento do conteúdo da disciplina (conhecimento matemático) e o conhecimento pedagógico do conteúdo matemático.

O *conhecimento do conteúdo da disciplina (conhecimento matemático do professor)* é o conhecimento que vai muito além de aplicar definições e procedimentos matemáticos acabados, rígidos na sua forma, mas propicia ao aluno a descoberta e construção do seu próprio conhecimento. Esse conhecimento do conteúdo da disciplina foi dividido em três vertentes:

- *Conhecimento do Conteúdo Comum (Common Content Knowledge – CCK)* refere-se ao conhecimento do conteúdo matemático do Ensino Básico – a Matemática Escolar, ou seja, o conhecimento que todos deveriam ter da Matemática, independente de ser professor ou não. Um exemplo desse conhecimento seria a compra em uma loja de determinada mercadoria com um desconto de 10%.
- *Conhecimento Especializado do Conteúdo (Specialized Content Knowledge – SCK)* refere-se ao conhecimento matemático para quem ensina, por exemplo, identificar por que um aluno, ao calcular 2^3 , responde 6 e não 8, verificar que, para ensinar potenciação, usar 2^2 não é um bom exemplo, pois pode induzir ao erro mostrado anteriormente. Em suma, é conhecimento matemático que só se refere a quem ensina.
- *Conhecimento do Horizonte do Conteúdo (Horizon Content Knowledge – HCK)* refere-se ao conhecimento matemático ordenado e saber que o que é ensinado se conectará a outros conteúdos mais à frente.

No que se refere ao *conhecimento pedagógico do conteúdo (conhecimento didático)*, considera-se uma adaptação do Conhecimento Matemático para o Ensino, em que o professor escolhe e prepara tarefas e materiais mais adequados para o ensino de cada

conteúdo, levando em consideração o conhecimento que seus alunos têm e o conhecimento sobre as formas com que seus alunos aprendem.

Os autores subdividem esse conhecimento em três;

- *Conhecimento do Conteúdo e Estudantes (Knowledge of Content and Students – KCS)* refere-se ao conhecimento do conteúdo no sentido de auxiliar o aluno em suas dificuldades, saber apontar a dificuldade do aluno e, assim, auxiliá-lo para que obtenha tal conhecimento.
- *Conhecimento do Conteúdo e Ensino (Knowledge of Content and Teaching – KCT)* refere-se ao conhecimento que torna mais fácil ou mais difícil o ensino de determinado conteúdo, a tomada de decisão para encontrar a forma como será desenvolvido um conteúdo.
- *Conhecimento do Conteúdo e Currículo (Knowledge of Content and Curriculum – KCC)* refere-se ao conhecimento do conteúdo e sua distribuição ao longo do currículo escolar, inclui não somente o conhecimento do conteúdo a ser desenvolvido naquela série ou ano; mas, também, de situar em que momento aquele conteúdo está relacionado com o currículo, seja na forma vertical ou horizontal e também as formas pelas quais serão propostas atividades para que esse conteúdo seja aprendido.

Outro aspecto da fundamentação teórica da pesquisa relaciona-se à reflexão compartilhada, de acordo com Perrenoud (2002), para o qual, a reflexão é intrínseca ao ser humano, mas não é esse tipo de reflexão que deve ser promovida ao longo de processos de formação continuada. A prática reflexiva que pode levar a transformação da realidade e/ou dos métodos de trabalho é a que deve ser estimulada nos processos formativos, de maneira que ela se torne um hábito para o docente. Para tanto, uma possibilidade é o professor reunir-se com seus pares para discussão de práticas, dessa forma, quebrando o isolacionismo. Vale ressaltar que em formações continuadas, a possibilidade de discussões em grupo, instiga as reflexões e pode lançar questões para cada componente relatar suas experiências de modo a compartilhá-las e receber apoio do grupo, validando práticas e refutando outras. Entendemos que as reflexões em grupo, com os pares, auxiliam os professores na tarefa de refletir sobre a própria prática.

3. Um recorte do processo formativo

A pesquisa foi empreendida em um processo de formação continuada, no caso um Módulo de Álgebra desenvolvido em Diretoria de Ensino (DE) da cidade de São Paulo. O processo formativo foi planejado a partir de solicitação e diretrizes dadas pela referida DE, de modo que contemplasse atividades perpassando todas as séries do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. A equipe de Coordenação da DE decidiu que, deveria ser contemplada para discussão pelo menos uma atividade de Álgebra de cada série do Caderno do Aluno (CA)⁴. Essas atividades foram desenvolvidas em momentos presenciais que denominamos de “Encontros” e à distância, por “Estudos Complementares” e posteriormente discutidas nos Encontros.

Ocorreram oito Encontros e nestes, estudos em grupos sobre

- as Avaliações externas no Brasil - uma retrospectiva de sua aplicação e em particular no Estado de São Paulo;
- o Ensino de Álgebra – uma breve abordagem histórica sobre a inserção do ensino de Álgebra na educação básica;
- a Álgebra no Currículo – a distribuição dos conteúdos de Álgebra no Ensino Fundamental e Médio;
- Atividades de Álgebra contidas nos CA – uma para cada série do Ensino Fundamental, sendo desenvolvidos os conteúdos de sequências, equações e grandezas proporcionais;
- Avaliações externas: Matriz de referência do Saresp – competências, habilidades, níveis de proficiência; Relatório Pedagógico do Saresp; Análise de itens; elaboração e classificação de itens.

Quanto aos *Estudos Complementares*, a cada grupo foi atribuído um tema para pesquisa, no caso, os seguintes: potências e logaritmos; equações trigonométricas; equação do 3º grau e números complexos; equações e polinômios. Para estes *Estudos Complementares*, entre outras tarefas, os grupos pesquisaram o site <http://m3.ime.unicamp.br/portal/> e analisaram especificamente recursos educacionais⁵ lá contidos. Nessa tarefa determinaram as habilidades e competências envolvidas nos Objetos de aprendizagem e propuseram modificações ou incrementos nas atividades do CA.

4. Análise de itens do Saresp

⁴ Material de apoio ao professor, distribuído para implementação do currículo das escolas estaduais. (SEE, 2009).

⁵ Matemática Multimídia, ou apenas M³, é uma coleção de recursos educacionais multimídia e digitais desenvolvidos pela Unicamp em Projeto financiado pelo FNDE, SED, MCT e MEC para o Ensino Médio de Matemática. São mais de 350 recursos educacionais no formato de vídeos, áudios, softwares e experimentos disponíveis gratuitamente para uso público.

Entre as atividades planejadas para os *Encontros* do Módulo de Álgebra havia a de análise de itens. A primeira das atividades desse tipo conteve quatro itens abordando conteúdos de Álgebra do Ensino Fundamental II – tais como: expressões algébricas, porcentagem, equações e sistemas de equações –, a serem analisadas em pequenos grupos e, em seguida, discutidas no grupo maior.

A proposta da primeira atividade de análise encontra-se no quadro a seguir:

Quadro1: 1ª Atividade de análise de itens

Em grupo:

- 1) Apresentar as soluções que os alunos fariam.
- 2) Identificar as alternativas que não estão corretas e o comportamento das respostas dos alunos.
- 3) Analisar a aderência do item à habilidade citada.
- 4) Acrescentar os comentários do grupo.

Fonte: Acervo próprio

O item a ser analisado – que envolve porcentagem – foi apresentado ao grupo conforme se encontra no Relatório Pedagógico do Saesp 2009 (exemplo 13 da p. 158) acompanhado da Habilidade Avaliada e da porcentagem de alunos que assinalou cada alternativa, conforme a figura 1, a seguir.


Habilidade avaliada

H16 Resolver problemas que envolvam porcentagem.

Observe a promoção indicada no quadro abaixo.

Promoção

Leve 5 toalhas e pague apenas 3.



Considerando o valor unitário do produto, o desconto na compra de 5 toalhas na promoção será de:

- a. 20%
- b. 40%
- c. 60%
- d. 80%

a	b	c	d
49,2%	29,7%	15,1%	5,9%

Figura 1: Item sobre porcentagem, escolhido para análise.
Fonte: Relatório Pedagógico do Saesp (2009, p.158)

Vale ressaltar que a alternativa destacada em cinza escuro é a correta. No caso do exemplo, trata-se da alternativa b.

No Relatório Pedagógico do Saesp o item é apresentado como na figura 1 e vem acompanhado de uma Análise, como a indicada no quadro 2. Optamos por não apresentar tal análise aos professores neste momento da formação continuada.

Ao elaborar o Módulo selecionamos esse item para análise por parte dos professores por considerarmos seu potencial em provocar diversas reflexões no grupo.

Quadro 2: Análise apresentada no Relatório do Saresp do Item 1

Uma das formas de resolver o problema é o aluno raciocinar que se x é o preço das 5 toalhas, o preço de cada uma é $\frac{x}{5}$. Na promoção quem leva 5 toalhas paga o preço de 3, isto é, paga $\frac{3x}{5}$. O desconto é de $(x - \frac{3x}{5}) = \frac{2x}{5}$. Então, se o valor original de 5 toalhas x corresponde a 100% então o desconto $\frac{2x}{5}$ corresponde a $y\%$. Então $y = 40\%$.
A alternativa B foi assinalada por 29,7% dos alunos. Estes mostraram habilidade para resolver problema envolvendo o percentual correspondente a descontos em promoções comerciais. Quanto os alunos que marcaram A, cerca de metade deles (49,2%), possivelmente concluíram que o desconto é de $\frac{x}{5}$, que corresponde a 20%.

Fonte: Relatório Pedagógico do Saresp 2009, p.158

Entendemos que, para resolver o problema, é preciso determinar o valor percentual do desconto na compra de 5 toalhas e, para responder ao item, o aluno deve ler e interpretar a situação-problema, criar uma estratégia para a resolução, fazer os cálculos e analisar a solução encontrada. Uma das estratégias possíveis para a solução do problema foi a indicada no Relatório e descrita acima. Contudo ela não é a única, outra ideia seria, por exemplo, determinar o valor percentual pago pelas três toalhas e, em seguida, subtrair de 100%.

A questão apoia-se nos objetos de conhecimento (conteúdo) relativos ao Tema: *Números, Operações e Funções*, sendo as Competências do Sujeito referentes ao Grupo *Competências para Compreender*. A habilidade avaliada é a H16 (da Matriz de referência da 8ª. série/9º. ano): Resolver problemas que envolvam porcentagem. O item apresenta contextualização e a situação na qual é enunciado é próxima ao cotidiano do aluno. No Relatório foi considerado como um item de nível avançado, a partir da porcentagem de acertos dos alunos. Consideradas como categorias: reprodução, conexão e reflexão, o item, classifica-se como sendo de reflexão, uma vez que o aluno deve ler, interpretar, construir uma estratégia de resolução, implementar essa estratégia, efetuar os cálculos e decidir se o resultado encontrado representa realmente a solução da situação-problema.

Esse item teve um índice de erro de 70,3%, o que nos levou a concluir que grande parte dos alunos que foram avaliados não interpretou corretamente a situação-problema ou não dominava esse conteúdo. No processo formativo os professores se dividiam em 5 grupos⁶ para a análise dos itens e, em seguida, discutia-se no grande grupo. Tais análises

⁶ Grupo 1 – professores: FT, FB, YR, MC, PL, CG; Grupo 2 – professores: CL, MA, CP; Grupo 3 – professores: SU, MS, HQ; Grupo 4 – dos professores: AP, EL, TN e DN; Grupo 5 – dos professores: SR, RM, RI, QT.

nos permitiram classificar as reflexões emergentes em categorias por tema, a saber: Avaliações Externas; Ensino de Álgebra; Matemática envolvida nos itens e Formação Docente.

No item em questão, as reflexões centraram-se na categoria *Ensino de Álgebra*. Quatro dos grupos analisaram a alternativa com maior frequência de erros, no caso, a alternativa “a” e fizeram conjecturas sobre os possíveis procedimentos que conduziram ao erro.

Conjecturas que surgiram:

Os alunos talvez tenham pensado que o desconto era sobre o valor unitário, ou seja, 20% do valor total. (Grupo 1)

Talvez tenham feito 5 menos 3 igual a 2 e multiplicaram por 10. A partir disso, uma possibilidade é que eles não tenham entendido o que é desconto. (Grupo 2)

Regra de três e subtração de 100% para encontrar o desconto ou regra de três e proporção para encontrar a resposta correta. (Grupo 5)

Nota-se que os professores procuraram compreender os raciocínios dos alunos, assim sendo, nessa etapa da atividade, percebemos que os professores mobilizaram o que Ball *et al* (2008) caracterizam como Conhecimento do Conteúdo e Estudante e Conhecimento do Conteúdo e Ensino.

A *Matemática envolvida no item* foi uma categoria de reflexão emergente. Os professores analisaram os possíveis pontos de vista dos alunos para o item, que aborda conceitos como o de desconto.

Quanto aos distratores, os grupos levantaram conjecturas sobre as possibilidades de resolução ou raciocínio que levariam o aluno a assinalar as alternativas “a” ou “c”, em vez de “b”. Em relação à alternativa “d”, os professores não encontraram um possível raciocínio que levasse à resposta e disseram que, nesse caso, poderiam levantar a hipótese de que os alunos escolheram aleatoriamente (“chutaram”).

Conjecturas que surgiram:

Os alunos estabeleceram uma proporção por regra de três, recaindo em equação do primeiro grau para a solução, identificando 60% como preço total e não calculando o desconto. (Grupo 1)

Dificuldade de leitura e interpretação, não há entendimento do que é porcentagem e do que é desconto. (Grupo 2)

O aluno estabeleceu uma relação entre o número de toalhas pagas e o número total de toalhas, chegando a $\frac{3}{5}$ ou 60%, ou seja, não identificou que essa é a porcentagem paga em relação ao valor inicial, ou seja, não é o desconto. (Grupo 3)

Na alternativa “c”, o aluno não conclui que deveria continuar a subtração do todo (100%). (Grupo 5)

Os professores ressaltaram as dificuldades conceituais dos alunos e possíveis raciocínios incorretos, e não surgiram na análise reflexões sobre características matemáticas do item. Quanto à aderência, todos os grupos consideraram o item aderente à habilidade indicada, porém um dos grupos enfatizou que a questão envolve outras habilidades além da indicada.

Outras reflexões que também emergiram ao analisar este item:

- || Os alunos estão defasados em relação às séries anteriores (Grupo 2)
- || O enunciado da questão não é claro. (Grupo 2 e 3)

Nestas reflexões observamos o que se entende, de acordo com Ball *et al* (2008), por Conhecimento do Horizonte do Conteúdo, ou seja, o conhecimento matemático ordenado o conhecimento sobre as conexões a outros conteúdos mais à frente.

Em suma, quanto a análise deste item, as reflexões ocorreram nas categorias *Ensino de Álgebra e Matemática envolvida no item*.

Vale ressaltar que, nesta etapa do Módulo se iniciou com os professores o processo de análise de itens. Discussões mais aprofundadas sobre o estabelecimento de critérios que subsidiam a análise, não haviam ainda ocorrido, ou seja, os professores utilizaram seus conhecimentos práticos e vivência de sala de aula para empreender a análise.

Após discutirmos os Relatórios Pedagógicos do Saesp no Módulo, assim como critérios de elaboração e análise de itens, assim como competências e habilidades específicas para cada item e o conhecimento que o aluno mobiliza para responder à questão, propusemos outra atividade de análise. Solicitamos o descrito no quadro 3.

A atividade foi composta por análise de treze itens, dos quais escolhemos um para descrever neste artigo.

Quadro 3: 3ª. Atividade de análise de itens

- | |
|---|
| Discutir em grupo:
1. A solução das questões
2. Síntese da tarefa
3. Comentários |
|---|

Fonte: acervo próprio

O item escolhido está indicado na figura 2. Ele foi apresentado aos professores, acompanhado da Habilidade Avaliada e da porcentagem de alunos que assinalou cada alternativa.

João, Sandra e Marcos têm ao todo 100 reais. Juntando-se a quantia de Marcos ao dobro da soma das quantias de João e Sandra, totalizam-se 150 reais. Por outro lado, somando-se o dinheiro de João com o dobro da soma das quantias de Sandra e Marcos, obtêm-se 180 reais.

Portanto, as quantias de João, Sandra e Marcos são respectivamente:

- a. 20, 30 e 50.
- b. 10, 35 e 55.
- c. 35, 10 e 55.
- d. 10, 55 e 35.
- e. 30, 50 e 20.

a	b	c	d	e
45,9%	11,8%	16,6%	9,1%	16,3%

Figura2: Item 7

Fonte: Relatório Pedagógico do Saresp (2009, p.190)

A análise a seguir acompanha o item no referido Relatório e, novamente, não foi apresentada aos professores, ou seja, os professores não tiveram acesso.

Quadro 4: Análise apresentada no Relatório do Saresp do Item 7

Chamando de x a quantia em reais de João, y a de Sandra e z a de Marcos, podemos escrever o problema proposto da seguinte forma:

$$\begin{cases} x + y + z = 100 & (I) \\ 2(x + y) + z = 150 & (II) \\ x + 2(y + z) = 180 & (III) \end{cases}$$

De (I), $x + y = 100 - z$
Em (II), $2(100 - z) + z = 150 \rightarrow 200 - z = 150 \rightarrow z = 50$
De (I), $y + z = 100 - x$
Em (III), $x + 2(100 - x) = 180 \rightarrow x + 200 - 2x = 180 \rightarrow x = 20 \rightarrow y = 30$

A resposta 20, 30, 50 aparece na alternativa A, marcada por cerca de 46% dos alunos. Não sabemos se os erros cometidos pelos alunos que optaram pelos distratores são devidos à tradução do problema para a linguagem matemática e/ou a resolução do sistema.

Fonte: Relatório Pedagógico do Saresp 2009, p.190

No planejamento do módulo selecionamos esse item para análise pelo grupo, por considerarmos seu potencial em provocar diversas reflexões no grupo. Por uma análise prévia entendemos que, para resolver o problema, é necessário expressar a situação-problema na linguagem matemática, em um sistema de equações de 1º. grau com três incógnitas, resolver esse sistema e representar a solução na linguagem materna.

Para responder a esse item, o aluno poderá resolver o sistema como o proposto no relatório ou, por escalonamento:

Chamando de x a quantia em reais de João, y a de Sandra e z a de Marcos, temos

$$\begin{cases} x + y + z = 100 & (I) \\ 2(x + y) + z = 150 & (II) \\ x + 2(y + z) = 180 & (III) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x + y + z = 100 & (I) \\ 2x + 2y + z = 150 & (II) \\ x + 2y + 2z = 180 & (III) \end{cases}$$
$$\begin{cases} x + y + z = 100 & (I) \\ y + z = 80 & (III) - (I) \\ z = 50 & 2(I) - (II) \end{cases} \rightarrow z = 50, y = 30 \text{ e } x = 20$$

Portanto João tem 20 reais, Sandra 30 e Marcos 50.

A questão apoia-se nos objetos de conhecimento (conteúdo) relativos ao Tema 1: Números, operações e funções, sendo as Competências do Sujeito referentes ao Grupo III: Competências para compreender. A habilidade avaliada é H14 (da 3ª. série do EM): Resolver situações-problema por intermédio de sistemas lineares até a 3ª. ordem. O item está contextualizado e a situação é próxima ao cotidiano pessoal do aluno. Considerada pelo resultado contido no relatório como de nível básico, exige uma reflexão, ou seja, transformar a situação-problema na linguagem algébrica, decidir a estratégia para resolver o sistema, verificar se a solução satisfaz as condições do problema.

O índice de acertos foi de 45,9%, ainda baixo, pois 54,1% dos alunos erraram essa questão. Por ser uma questão objetiva, não temos como verificar o desenvolvimento na resolução de cada aluno e não sabemos indicar as dificuldades dos alunos, apenas levantar hipóteses, como as relacionadas no relatório.

No item em questão as reflexões relevantes foram relativas à categoria *Matemática envolvida no item*, no caso, identificando o tipo de tarefa matemática a ser realizada pelo aluno para responder à questão.

A análise apresentada abaixo foi feita pelo Grupo 5 e, a solução apresentada refere-se à alternativa “a”:

$$\begin{cases} x + y + z = 100 & (I) \\ x + 2y + 2z = 180 & (II) \\ 2x + 2y + z = 150 & (III) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x + y + z = 100 & (I) \\ x + 2y + 2z = 180 & (II) \end{cases} \rightarrow (II) - (I) \rightarrow y + z = 80$$

Substituindo $y + z = 80$ em (I):
 $x + y + z = 100$ daí $x = 20$
Fazendo (III) – (I):
 $x + y = 50$, daí $y = 30$ e $z = 50$

Nessa análise a síntese da tarefa apresentada pelo grupo, foi:

|| Resolução de um problema de determinação das quantias de dinheiro de cada pessoa. (Grupo 5)

O grupo acrescentou em seus comentários:

Para responder a esse item, o aluno deve ler, interpretar a situação problema, entender as relações entre as quantias de dinheiro do João, Sandra e Marcos para compará-las algebricamente, realizar os cálculos e estabelecer a conclusão.

Uma estratégia pode ser a de utilizar a linguagem simbólica para traduzir a situação que envolve razões por um sistema de equações lineares, identificando a que satisfaz a relação indicada na questão.

Indica uma habilidade de reflexão, pois envolve leitura, análise e informações contidas no enunciado. (Grupo 5)

Ao analisar a tarefa, o grupo refletiu sobre as possíveis estratégias de resolução, evidenciando a presença da categoria *Matemática envolvida no item*. O grupo utilizou em sua análise os critérios de classificação e tomou por base, análises feitas nos encontros anteriores. Vale ressaltar que esteve em jogo o que Ball *et al* consideram como sendo o Conhecimento Especializado do Conteúdo, Conhecimento do Conteúdo e Estudante e o Conhecimento do Conteúdo e Ensino

No que se refere à categoria *Avaliações Externas*, o Grupo 5 incorporou as reflexões feitas envolvendo Matriz de Referência do Saesp e de outras avaliações externas, classificando o item como:

- Ideia estruturadora: mudanças e relações
- Conteúdo: Sistemas de equações do 1o grau com 2 incógnitas como tradução de uma situação.
- Agrupamento de competências: reflexão
- Situação: pessoal

Com relação à *análise prévia do item*, que fizemos ao planejar o Módulo, consideramos que esse grupo elaborou uma análise consistente do item, utilizando um marco referencial diferenciado da Matriz de Referência do Saesp, mostrando que as reflexões anteriores os auxiliaram na construção desse conhecimento.

Nos comentários do grupo, evidenciam-se as reflexões sobre quais os conhecimentos que o aluno deve articular para responder a essa questão (categoria *Matemática envolvida no item*), reflexões estas feitas a partir do conhecimento pedagógico do conteúdo (Shulman, 1986) e do conhecimento do conteúdo e ensino (Ball *et al*, 2008) e que espelham a categoria *Ensino de Álgebra*.

A conclusão foi que o processo formativo favoreceu ampliação do conhecimento do conteúdo o qual foi aprofundado quando discutiram os possíveis erros que os alunos costumam fazer ao resolver uma questão ou uma atividade. Ao levantarem conjecturas sobre possíveis erros de seus alunos, os professores colocaram em jogo seus conhecimentos sobre a *Matemática envolvida no item* e sobre o *Ensino de Álgebra*, além das reflexões sobre a própria formação, que se insere na categoria *Formação Docente* e sobre como propiciar situações para favorecer a aprendizagem dos alunos. Outra constatação foi que as reflexões compartilhadas no grupo parecem ter impulsionado

ampliação no conhecimento profissional docente. Contudo, vale ressaltar que a amostra na pesquisa foi pequena e que não se pode generalizar, isto é, as reflexões aqui analisadas foram as desse grupo particular e ocorridas no contexto específico dessa formação, a partir das tarefas propostas ao grupo. No entanto, os resultados obtidos poderão subsidiar futuras formações, que enfatizem a análise de itens para proporcionar reflexões que auxiliem os professores em sua prática pedagógica.

Finalizando, entendemos que os encontros favoreceram o desenvolvimento do conhecimento específico do conteúdo, do conhecimento pedagógico do conteúdo e a reflexão compartilhada sobre como propiciar, a partir de itens contidos em Relatórios Pedagógicos de Avaliações Externas, situações para favorecer a aprendizagem dos alunos.

5. Referências

ANDO, R.S.J **Formação continuada e ensino de álgebra:** reflexões de professores da educação básica sobre itens do SARESP. 2012. 218 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática)-Universidade Bandeirante de São Paulo, São Paulo, 2012.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS G. **Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special?** Journal of Teacher Education November/December 2008 59: 389-407.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto: Porto, 1994

PERRENOUD, P. **A prática reflexiva no ofício de professor:** profissionalização e razão pedagógica. trad. Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SÃO PAULO (ESTADO) SECRETARIA DA EDUCAÇÃO. **Caderno do Aluno:** matemática, ensino fundamental – 7ª série, volume 3/ Secretaria da Educação; coordenação geral, FINI, M. I; equipe, Carlos Eduardo de Souza Campos GRANJA, C. E. S. C; MELLO, J. L. P.; MACHADO, N. J.; MOISÉS, R. P.; SPINELLI, W. São Paulo, SEE, 2009.

_____. **Currículo do Estado de São Paulo:** Matemática e suas tecnologias /Secretaria da Educação; coordenação geral Maria Inês Fini; coordenação de área, Nilson José Machado. – São Paulo: SEE, 2010. Disponível em (Acesso 15 de maio de 2012) <http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portais/43/Files/MEST.pdf>

_____. **Matrizes de referência para a avaliação Saesp:** documento básico/Secretaria da Educação; coordenação geral, Maria Inês Fini. – São Paulo: SEE, 2009. 174p. v.1.

_____. **Relatório Pedagógico 2009 Saesp :** Matemática/Secretaria da Educação; coordenação geral Maria Inês Fini. São Paulo: SEE, 2010. 260p.

_____. **Saesp 2008:** Relatório Pedagógico: Matemática/Secretaria da Educação; coordenação geral Maria Inês Fini. São Paulo: SEE, 2009. v.2. 176p.

SHULMAN, L. S. **Knowledge and teaching:** foundations of the new reform. Harvard Educational Review, 57 (1), p. 1-22. 1987.

_____. **Those who understand:** Knowledge Growth. In: Teaching. Educational Researcher, p. 4-14, n. 2, v. 15. 1986.