

ALGUMAS CONCEPÇÕES SOBRE O ENSINO-APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Marcelo Câmara dos Santos

Professor do Colégio de Aplicação da UFPE

O presente texto tem por objetivo colocar em evidência algumas concepções mais frequentes sobre o que significa ensinar e/ou aprender em matemática, a concepção baldista, a concepção da escadinha e a concepção sócio-construtivista. Pelo seu caráter didático, o texto apresenta, sem dúvida, um aspecto caricatural dos três modelos. Conseqüentemente, não pretendemos aqui tratar de “teorias da aprendizagem”, que encontrariam lugar em estudos mais aprofundados e mais amplos; por esse motivo preferimos utilizar o termo “concepção”, ao invés de “teoria”.

Apesar disso, acreditamos que os três modelos apresentados no texto serão facilmente reconhecidos pela grande maioria dos professores de matemática. É preciso ressaltar também que as concepções de que trata esse texto se referem diretamente às situações de aprendizagem de novos conceitos, e não à aplicação de conceitos já adquiridos, que também devem ser objeto de atenção dos professores de matemática.

Além de caracterizar essas três concepções, nós tentaremos explicitar algumas vantagens e alguns limites de cada uma delas.

A concepção baldista

O termo “concepção baldista”, em referência à “concepção da cabeça vazia”, vem de Nilson José Machado¹. Essa concepção parte da idéia que, no momento de entrar em contato com um novo objeto de conhecimento matemático, a cabeça do aluno se apresenta como um balde vazio, ou, seja, ele não sabe nada sobre esse novo objeto de conhecimento, e que esse conhecimento será despejado em sua cabeça, da mesma forma como enchemos um balde.

Nesse modelo, poderemos dizer que o aluno “aprendeu tudo” quando esse balde se encontra completamente cheio. Ou então, é como se esse balde tivesse uma espécie de graduação, onde poderíamos verificar se ele está preenchido a 80%, ou 60%, ou 40%, correspondentes às notas 8, 6 ou 4. Poderíamos ilustrar esse modelo pela figura seguinte:



Dessa maneira, o papel do professor será de “encher esse balde” com os novos conhecimentos. Para tanto, cabe ao professor “transmitir” da melhor forma possível esse conhecimento (em geral partindo de definições), e, ao aluno, cabe estar atento, escutar e anotar em seu caderno, para que ele possa “receber bem” o conhecimento transmitido pelo professor. Nessa abordagem, primeiramente o professor “comunica” esse novo conhecimento, mostrando, em seguida, algumas de suas aplicações através de exemplos ou de exercícios resolvidos. Segue-se, ainda, uma bateria (em geral extremamente longa), de exercícios em que o aluno deverá aplicar esse novo conhecimento; é o que chamamos, geralmente, de exercícios de fixação.

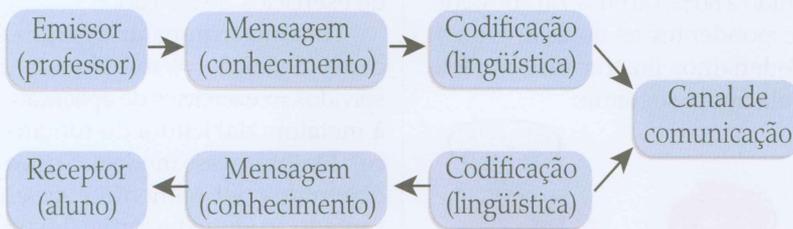
Podemos comparar esse processo, definição \Rightarrow exercícios resolvidos \Rightarrow exercícios de aplicação, à metáfora da “leitura do romance”. De fato, nesse modelo, o novo objeto de conhecimento é apresentado ao aluno na forma de sua definição, para, em seguida, tentar-se mostrar alguma aplicação desse novo conhecimento. É como se, ao tomarmos a iniciativa de ler um romance policial, co-

1 Remetemos o leitor à leitura do seu livro “Epistemologia e didática”, publicado em 1995 pela Editora Cortez.

meçarmos pelo último capítulo, onde o assassino é revelado ao leitor. A pergunta que podemos colocar é: “se nós já conhecemos o culpado do crime, de que vale acompanhar toda a trama?”, onde poderíamos colocar nossas hipóteses na tentativa de descobrirmos o assassino. Da mesma forma, na aprendizagem de matemática, que interesse pode ter um aluno em descobrir o processo de construção de um certo conhecimento matemático se o professor parte da definição do conceito?

É preciso, porém, ficar claro, que essa busca constante do “pronto”, no ensino de matemática está fortemente arraigada no contrato didático habitual de grande parte das nossas salas de aula; qual professor de matemática não escutou, após uma “demonstração” exaustiva da construção de um novo conceito, a célebre frase: “mas professor, por quê você não colocou logo a fórmula?”.

O sucesso desse modelo repousa, essencialmente, no processo de comunicação entre o professor e o aluno. Poderíamos esquematizar esse processo da forma abaixo, onde o sucesso da aprendizagem está estreitamente relacionado com a comunicação professor x aluno².



Nesse modelo, a aprendizagem se dá pela palavra do professor, e os erros devem ser evitados a todo custo pelo profes-

sor. Se eles aparecem, eles serão, em geral, por falta do aluno, que não prestou a devida atenção ao que o professor falou. Em alguns casos, a culpa pelos erros será atribuída ao professor, na medida em que ele “não explicou direito” ou “deu muito rápido o assunto”. Nessa concepção, o bom professor será aquele que “explica bem o assunto”.

Os limites dessa concepção estão estreitamente ligados aos limites da própria comunicação. Estudos têm mostrado que, por mais atenção que o aluno preste à palavra do professor, na maioria das vezes o conhecimento “ensinado” pelo professor é diferente do conhecimento “aprendido” pelo aluno. Se nos referirmos ao esquema mostrado anteriormente, a mensagem enviada pelo professor deverá ser “decodificada” pelo aluno. É exatamente no momento de fazer essa decodificação que o aluno colocará em ação suas próprias representações sobre o objeto em questão, o que mudará, muitas vezes de forma radical, o sentido do que foi apresentado pelo professor, mostrando, na realidade, que o aluno não tem sua cabeça vazia.

Entretanto, o ensino fundamentado nessa concepção apresenta a vantagem (pelo menos a curto termo) de levar o professor

a ganhar tempo no processo, ensinando a um grande número de alunos ao mesmo tempo. Além disso, torna-se prático para o professor, pois não exige uma preparação importante das situações de aprendizagem, uma vez que o instrumento mediador privilegiado é a palavra do professor.

O sucesso desse tipo de ensino demanda algumas condições particulares. Uma delas é a necessidade de se ter alunos atentos e motivados, o que não é necessariamente o caso de nossos alunos, que estão imersos em uma sociedade que lhes oferece uma multitude de outras motivações que não a escola. Uma segunda necessidade é que as representações dos alunos estejam, de uma certa maneira, próximas daquelas dos professores, para evitar os desvios de decodificação que colocamos anteriormente.

É claro que existem formas variantes de ensino, que são ainda baseadas nessa concepção, como, por exemplo, a aula dialogada em que o professor, através de questões colocadas de maneira conveniente, consegue levar os alunos a “manifestar” a presença de um novo conhecimento na relação didática. Essa variante nos leva em direção à segunda concepção que trataremos nesse texto, a concepção da escadinha.

A concepção da escadinha

A concepção da escadinha tem seu suporte na linha behaviorista de pesquisas em psicologia, e se apóia na idéia que seria possível modificar o comportamento de um indivíduo a partir de situações de estímulo e reforço de respostas positivas. Devemos a Skinner a aplicação dessas idéias no campo educacional.

2 CÂMARA DOS SANTOS, Marcelo. Le rapport au savoir de l'enseignant de mathématiques en situation didactique: une approche par l'analyse de son discours. Tese de Doutorado. Université Paris-X, 1995.

Em geral, o professor que se apóia nessa hipótese baseia sua ação educativa em três momentos principais. Em primeiro lugar, ele define precisamente os objetivos de aprendizagem que ele deseja que o aluno alcance. Para isso, ele define esses objetivos na forma: "ao final da aprendizagem o aluno será capaz de... (segue-se um comportamento observável). Se o objeto de aprendizagem é muito complexo, esse objetivo será decomposto em vários outros sub-objetivos.

Em segundo lugar, o professor elabora (ou retira de livros didáticos) situações em que o aluno será levado a apresentar o novo comportamento, o que demonstra que os sub-objetivos foram alcançados. Esse novo comportamento será objeto de uma recompensa, manifestada, geralmente, pela aprovação do professor.

Finalmente, uma vez que o objetivo foi alcançado, o professor oferece situações sistemáticas de treinamento, para que esse novo comportamento seja consolidado, o que permite a entrada no jogo didático de um novo objeto de aprendizagem.

Esse modelo pode ser esquematizado da seguinte forma:

ainda essa concepção em grande parte dos softwares educativos encontrados atualmente, e na maioria das atividades conhecidas por "introdutórias" de nossos livros didáticos.

Nessa perspectiva, o erro também deve ser evitado a todo custo, pois ele pode deixar marcas irreparáveis no processo de ensino-aprendizagem. Mas se, apesar de todas as precauções, ele ainda "teima em aparecer", na maioria das vezes eles serão atribuídos a uma progressão muito rápida do jogo didático (um degrau muito alto). Além disso, a obrigação que o aluno aprenda por si mesmo, mas sem que os erros apareçam no cenário didático, acaba por induzir uma forte diretividade do professor, por trás das atividades propostas aos alunos.

Os limites de uma aprendizagem baseada nessa concepção nos parecem evidentes. Em primeiro lugar, a fragmentação da aprendizagem em pequenas etapas intermediárias muitas vezes impede que o aluno se aproprie do significado do que ele está fazendo. Além disso, a diretividade própria a esse tipo de ensino, pode capacitar o aluno a subir um certo degrau, mas o impede de ter

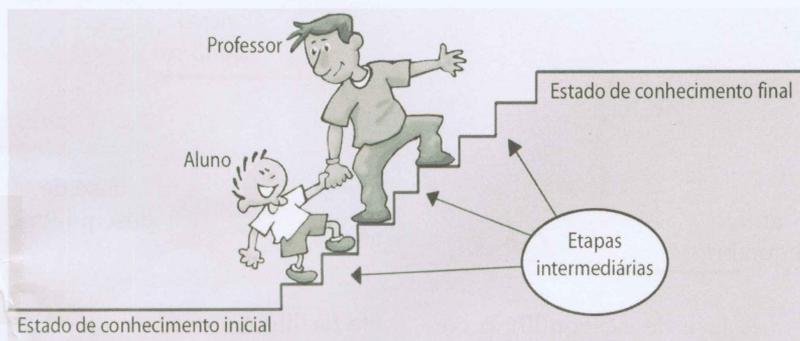
tuações a aprendizagem em questão. Não somente, nesse tipo de ensino-aprendizagem os erros e obstáculos são "escondidos" da relação didática, como também, quando o professor "larga" a mão do aluno, ele se sente perdido, sem saber para onde ir.

Finalmente, encontramos o problema da fragmentação da aprendizagem em uma multitude de sub-objetivos; o fato de o aluno ter atingido uma parte (ou mesmo todos) dos objetivos intermediários, não garante absolutamente que ele tenha atingido o objetivo principal; o fato de sabermos girar o volante, utilizar a embreagem e passar as marchas, não garante que saibamos dirigir um automóvel.

Como vantagem, em primeiro lugar, devemos considerar que, em contraposição ao modelo baldista, onde o processo estaria centrado na figura do professor, aqui o aluno é o centro da aprendizagem, e o papel do professor é de favorecer a ação do aluno.

Em segundo lugar, esse modelo racionaliza a construção de seqüências didáticas, facilitando, conseqüentemente, a elaboração e execução do processo de avaliação. Não podemos esquecer, também, que o modelo da escadinha permite uma individualização do processo de ensino, a partir do momento em que o aluno "sobe a escada" de acordo com suas possibilidades.

Enfim, aqui o erro também será evitado, de forma que o aluno estará sempre em situação de sucesso, pois as atividades propostas ao aluno são elaboradas para que ele "acerte" as respostas. Estudos têm mostrado que esse modelo parece ser eficaz para a aprendizagem, a curto e médio prazo, de processos e para a aquisição de automatismos.



Esse modelo é o mais representativo da pedagogia por objetivos e da instrução programada, bastante difundida nos anos oitenta, no Brasil; encontramos

uma visão mais global do conhecimento em jogo.

Em segundo lugar essa mesma diretividade pode impedir o aluno de transferir para outras si-

A concepção sócio-construtivista

As idéias construtivistas têm seu suporte nos trabalhos em psicologia genética, particularmente nos trabalhos de J. Piaget. Sua inserção na escola se deu a partir de uma conjugação de trabalhos vindos de várias áreas de conhecimento, como, por exemplo, da psicologia social (Perret-Clermont), da epistemologia (Bachelard) e das didáticas específicas: matemática (Brousseau, Vergnaud), ciências (Thiberguein, Asoltoli, Develay), etc.

De uma certa maneira, a idéia construtivista se apóia no próprio processo histórico de construção do conhecimento científico, cujos objetos foram sendo construídos como respostas a problemas específicos. Em outras palavras, esse modelo coloca o aluno na situação de alguém que precisa resolver um certo problema mas que não possui a ferramenta necessária (ou mais econômica) para fazê-lo; nessa situação, não existe outra solução, para o sujeito, que construir essa ferramenta que permite a resolução de seu problema, numa situação análoga àquela vivida no processo de construção dos conceitos científicos.

Essa concepção de aprendizagem se baseia em um certo número de idéias, que colocaremos a seguir.

Idéia da ação:

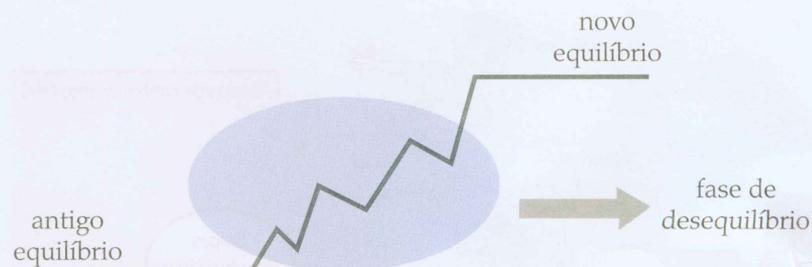
Ela se baseia nos trabalhos de J. Piaget, que afirma que “é através da ação que se aprende”, ou seja, a aquisição de novos conhecimentos está estreitamente ligada ao processo de interação entre o sujeito e o objeto de estudo; em matemática costumamos dizer que o aluno aprende pela resolução de problemas, e não escutando o professor relatar esse

objeto em sua aula. Assim, para que o sujeito resolva seu problema, ele não pode ficar em uma situação passiva; é preciso que ele tente sua resolução.

Idéia do desequilíbrio:

Também é de Piaget essa idéia, que afirma que “a transição entre duas etapas de conhecimento se dá pela passagem por uma fase de desequilíbrio, onde o antigo conhecimento é colocado em questão, gerando um novo equilíbrio”. Se contrapondo à idéia que a aprendizagem se realiza pelo acúmulo de conhecimentos, de forma linear, os teóricos desse modelo colocam que se o aluno não encontra certos obstáculos que permitem tomar consciência da insuficiência de suas concepções, ela tende a conservar essas concepções, impedindo, muitas vezes, o avanço no processo de aprendizagem. Por exemplo, a idéia que a multiplicação “faz crescer” costuma persistir mesmo depois que os alunos encontram as frações e os decimais, gerando dificuldades que não conseguem ser superadas pela simples explicação do professor.

Nós poderíamos esquematizar essa idéia pela figura abaixo:



A fase de desequilíbrio corresponde ao momento em que o aluno consegue perceber a insuficiência de suas ferramentas para resolver um certo problema. Essa fase comporta, na maioria das vezes, momentos de regressão, em

que o aluno coloca em xeque seus conhecimentos e procedimentos já automatizados.

Idéia da representação espontânea:

Ao contrário da concepção baldista, onde o aluno é suposto iniciar uma nova aprendizagem com a cabeça vazia, a idéia da representação espontânea, fundamentada em Gaston Bachelard, parte do princípio que o aluno sempre inicia uma certa aprendizagem com uma certa bagagem de representações, que ele mobiliza no momento de resolver um certo problema. Como diz Bachelard, “em qualquer idade, o espírito não é jamais virgem, tábuas lisas ou cera sem impressão”.

O fato de pensar que ampliar uma figura geométrica consiste em acrescentar um mesmo número às dimensões dessa figura, ou traçar sistematicamente uma vertical quando se solicita ao aluno a construção de perpendiculares, são reveladores de algumas concepções, dos alunos, sobre alguns objetos de conhecimento. Dessa forma, nos parece importante que o professor tenha clareza da existência dessas concepções, não somente para que

ele facilite a entrada no jogo didático de novos objetos de conhecimento, como, também, porque em grande parte dos casos, essas concepções estão diretamente ligadas a obstáculos que podem impedir a aprendizagem.

Idéia do conflito sócio-cognitivo:

Essa idéia tem sua origem nos trabalhos desenvolvidos em psicologia social, particularmente pela Escola de Genebra. De acordo com esse ponto de vista, as interações sociais entre os alunos podem facilitar de maneira importante a aprendizagem; em particular, podemos destacar o trabalho em grupos e a prática do “debate científico” em sala de aula.

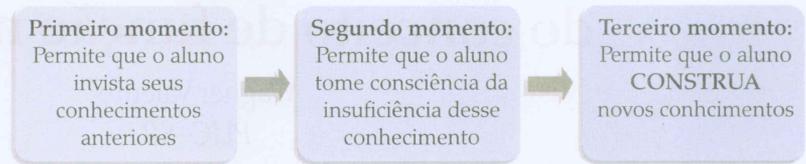
Podemos dizer, nessa perspectiva, que aprender é passar de uma antiga concepção a uma concepção nova, mais consistente, após colocar em questão a antiga concepção, que funciona tanto como ponto de apoio, como uma espécie de obstáculo à nova concepção. Assim, a responsabilidade pela construção do novo conhecimento é colocada nas mãos do aluno, sendo facilitada pelo aparecimento do conflito sócio-cognitivo, o que dá o nome ao modelo em questão, o “sócio-construtivismo”.

Nesse modelo, a estratégia consiste em colocar o aluno em face de um obstáculo, gerando o aparecimento de um conflito interno ao sujeito. Esse conflito será gerado por uma contradição entre uma antecipação do aluno, baseada em suas antigas concepções, e a situação que lhe é apresentada, que coloca em evidência a insuficiência dessa antiga

concepção. Esse conflito pode ser gerado pela própria situação de aprendizagem (meio) ou pelo debate entre os participantes da si-

tuação; as situações de aprendizagem baseadas nesse modelo, são aquelas que chamamos de situações-problema.

Podemos esquematizar esse modelo da forma abaixo:



Conclusão

Nesse momento é preciso retomar o que colocamos no início do texto, sobre o caráter bastante esquemático adotado na explicitação dos três modelos de ensino-aprendizagem. É preciso também relembrar que, se essas três concepções nos parecem as mais freqüentemente encontradas na maioria das classes de matemática, evidentemente podemos encontrar outros modelos que não contemplamos neste texto.

É preciso também deixar claro que essas concepções não são mutuamente excludentes. De fato, quando observamos algumas classes de matemática, ou quando preparamos nossas aulas, podemos perceber que, em geral, nós “navegamos” entre esses três tipos de concepções.

Por outro lado, devemos deixar claro que não temos, neste texto, a idéia de que um certo modelo é superior a outros. Na realidade nós escolhemos um modelo em função de um certo número de condicionantes, como o conceito a ser trabalhado, o tipo de alunos, o tempo disponível, o contrato didático que predomina na escola, etc. Por exemplo, para a introdução de um novo conceito em que sabemos antecipadamente a pregnância de certos obstáculos, a abordagem construtivista pode ser a mais adequada. Por outro lado, para o reforço de mecanismos operatórios, por exemplo, o modelo da escadinha pode ser o mais adequado, enquanto que para um determinado tema que não apresenta grandes dificuldades para os alunos, nem grande importância no programa, o modelo “tradicional” pode ser o mais econômico.

Finalmente, podemos dizer que o mais importante é que estejamos conscientes da existência de certas concepções de aprendizagem no processo de ensino-aprendizagem, e da clareza sobre qual dessas concepções estamos nos apoiando.

Bibliografia:

- Câmara, M. (1995) *Le rapport au savoir de l'enseignant de mathématiques em situation didactique: une approche par l'analyse de son discours*. Tese de doutoramento. Paris, Université Paris-X.
- Câmara, M. (1996) *Resolução de problemas na classe de matemática*. Mimeo, Recife, UFPE.
- Câmara, M., Laville, C. & Berdot, P. (1997) La construction de l'espace psychique dans la classe. In Laville, C. (org) *Variations sur une leçon de mathématiques*. Paris, Ed. L'Harmattan.
- Câmara, M. (1998) O professor e o tempo. In *Revista Tópicos Educacionais*, Vol. 15, nº1/2. Recife, Ed. Universitária.
- Charnay, R. & Mante, M. (1995) *Préparation à l'épreuve de mathématiques du concours de professeur des écoles*. Paris, Ed. Hatier.
- Charnay, R. (1996) Aprendendo (com) a resolução de problemas. In Parra, C. (org) *Didática da matemática: reflexões psicopedagógicas*. Porto Alegre, Ed. Artes Médicas.
- Machado, N. (1995) *Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. São Paulo, Ed. Cortez.