A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO UMA ESTRATÉGIA PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR

Maristela Gonçalves Gomes – UFSC – magg@terra.com.br
Méricles Thadeu Moretti – UFSC – mericles@mtm.ufsc.br

INTRODUÇÃO

A expressão "solução de problemas" tem recebido inúmeras interpretações ao longo dos anos, dependendo da área em que é empregada. Em Matemática as atividades classificadas como solução de problemas incluem a resolução de problemas não rotineiros, quebra-cabeças, aplicação da matemática a situações do cotidiano, conceber e testar conjecturas que possam conduzir a novos caminhos, novas pesquisas, entre outras. No entanto, as três interpretações mais comuns têm sido a da solução de problemas como uma meta, como um processo e como uma habilidade básica (Branca, 1997).

Ao considerarmos a solução de problemas como uma meta, atribuímos a ela o principal objetivo de se estudar a matemática. Este ponto de vista influencia de maneira bastante significativa todo o currículo de matemática e tem implicações importantes para a prática em sala de aula.

Se a concebermos como um processo de aplicação de conhecimentos previamente adquiridos a novas e desconhecidas situações, estamos atribuindo importância aos métodos, procedimentos, estratégias, heurísticas de pensamento dos alunos. Sendo estas partes a essência da solução de problemas, tornam-se um foco do currículo matemático.

Para a interpretarmos como uma habilidade básica é preciso, primeiramente, termos clareza do que isso significa. Alguns pesquisadores e órgãos oficiais preocupam-se em estabelecer habilidades mínimas para as avaliações (locais, estaduais ou nacionais); outros se voltam para a identificação das habilidades básicas que os indivíduos precisam par atuar em nossa sociedade. Esta é a idéia que têm exercido maior influência nos currículos de Matemática, sobretudo a partir de 1976 quando o NCSM incluiu esta na lista das dez áreas ou habilidades matemáticas necessárias a todo indivíduo.

Para Polya (1997, p.1-2), um dos maiores estudiosos do tema, resolver um problema implica

> em encontrar um caminho onde nenhum outro é conhecido de antemão, encontrar um caminho a partir de uma dificuldade, encontrar um caminho que contorne um obstáculo, para alcançar um fim desejado, mas não alcançável imediatamente, por meios adequados.

Para este autor resolver problemas é uma característica intrínseca ao ser humano. Todo e qualquer indivíduo pode se *inflamar e desfrutar a satisfação da descoberta.*

Auxiliar o aluno é, segundo Polya (1978), um dos deveres mais importantes do professor; o que exige *tempo, prática, dedicação e princípios firmes* (p. XVI). Isso justifica a necessidade de uma sólida formação docente, uma vez que é impossível "ensinar" algo que não se sabe. Como um professor poderá estimular o aluno a pensar, a resolver problemas rotineiros, a trabalhar de forma independente e autônoma se sua formação apóia-se na reprodução? Se ele não tiver espaço para arriscar-se por novos caminhos, criar e testar hipóteses, ousar diferentes respostas, ele continuará promovendo a fobia e o analfabetismo matemático. Sobre isso, Polya (1978, p. viii) argumenta:

> ... a Matemática tem a duvidosa honra de ser a matéria menos apreciada do curso... Os futuros professores passam pelas escolas elementares a aprender a detestar a Matemática... Depois voltam à escola elementar para ensinar uma nova geração a detestá-la.

A FORMAÇÃO DOCENTE E OS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

A literatura especializada é rica em apontar a necessidade de se melhorar a formação de professores, sobretudo de matemática, uma vez que a escola se caracteriza como um espaço privilegiado para o desenvolvimento de atitudes favoráveis à aprendizagem.

Sabemos que os cursos de formação de professores das séries iniciais, carecem de disciplinas que ofereçam aos seus alunos uma oportunidade de refazerem ou ao menos discutirem os conceitos científicos adquiridos ao longo de sua escolarização, tantas vezes apenas reproduzido! Em matemática essa reprodução é ainda enaltecida, concebida como a melhor maneira de aprender, por muitos de seus professores.

Considerando que a função primordial do professor do ensino fundamental, em especial nas séries iniciais, consiste em *fazer aprender matemática* (Demo, 1996), vemos a necessidade de uma formação que possibilite o desencadeamento de ações para que estes professores assumam o compromisso com uma autêntica Educação Matemática.

Para tanto, estes cursos deveriam oferecer aos seus alunos condições tanto para terem uma concepção adequada de educação matemática como de mediá-la. Deveriam incentivar a aquisição de conceitos fundamentais que estes futuros professores terão que enfrentar em sua prática pedagógica, privilegiando não o domínio de técnicas, mas, sobretudo, a compreensão de tais conceitos, uma vez que:

> Nenhum professor consegue criar, planejar, realizar, gerir e avaliar situações didáticas eficazes para a aprendizagem e para o desenvolvimento dos alunos se ele não compreender, com razoável profundidade e com a necessária adequação à situação escolar, os conteúdos das áreas do conhecimento que serão objeto de sua atuação didática, os contextos em que se inscrevem e as temáticas transversais ao currículo escolar. (Brasil, 2002, p.16)

É urgente a necessidade de se buscar novos caminhos para a formação de professores, uma vez que a exposição a métodos e à teoria da educação matemática não é suficiente, considerando que professores não mudam suas práticas apenas pela exposição. Assim, *surge a necessidade de envolver estes futuros professores em experiências reais, com alunos reais, numa situação de investigação, de dar significados, interpretar e buscar soluções*. (Bertoni, 1995, p. 11)

Bertoni (1995, p.11) nos alerta para o fato de que:

> *...não é suficiente, para o licenciando, aprender sobre ensino-aprendizagem de uma forma quase passiva. Ou seja, os processos cognitivos do licenciando, na aquisição do conhecimento sobre ensino-aprendizagem e um conseqüente saber-fazer, precisam ser trabalhados do mesmo modo como se propõe que ele trabalhe, posteriormente, os processos cognitivos dos alunos, na aquisição do conhecimento matemático.*

Entretanto, o que observamos em nossa experiência profissional nos permite afirmar que a reprodução do que e como aprenderam e a ênfase nas metodologias, ainda se faz presente nos cursos de formação, o que justifica, em boa parte dos casos, a opção pelo curso de Pedagogia, uma vez que neste a matemática (como espaço para pensar e resolver problemas) inexiste.

Para Cury (1999, p.40) a prática docente geralmente está pautada pelas experiências de aprendizagem dos professores, pois estes *concebem a matemática a partir das experiências que tiveram como alunos e professores, do conhecimento que construíram, das opiniões de seus mestres, enfim, das influências sócio culturais que sofreram (...)*

Na maioria dos cursos de formação de professores, sobretudo dos professores das séries iniciais, são evidentes a resistência e a fobia em relação à matemática. Por isso, ao trabalhar nestes cursos nos deparamos com sujeitos que apresentam enormes lacunas no domínio de conceitos matemáticos fundamentais para o dia-a-dia e acabam por reproduzirem essas lacunas, tornando-se ao invés de um facilitador, um grande obstáculo para a aprendizagem de seus alunos. No entanto, essas lacunas muitas vezes consistem em erros conceituais não por ignorância, por incerteza, mas como efeito de um conhecimento anterior que era significativo, apresentava seu sucesso, mas que agora se apresenta falso ou simplesmente inadaptado. Esses erros, não erráticos e imprevisíveis, segundo Brousseau (1983), se constituem em obstáculos.

Acreditamos que a solução de problemas pode nos apontar caminhos significativos para a mudança necessária, uma vez que as heurísticas de pensamento dos alunos, as dificuldades e os erros de concepção são detectados facilmente. Por isso, neste trabalho nos apoiaremos na solução de problemas como uma estratégia privilegiada para a identificação da concepção de matemática e dos obstáculos epistemológicos que, muitas vezes, impedem aos futuros professores a construção de conceitos fundamentais da matemática, sobretudo, daqueles que serão objetos de ensino no decorrer de sua prática docente.

Assim, para este trabalho, buscamos, num primeiro momento, através de um estudo piloto realizado com alunos do último ano do curso de Pedagogia, de uma faculdade particular do interior paulista, identificar os obstáculos epistemológicos que dificultaram ou impediram sua aprendizagem em matemática.

Estamos entendendo o *obstáculo epistemológico* como definido por Bachelard, ou seja, como conflitos, barreiras, retardos e perturbações que impedem o sujeito de avançar em seu conhecimento:

> *E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humana: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras. Nunca é imediato e pleno. As revelações do real são recorrentes. O real nunca é 'o que se poderia achar' mas é sempre o que se deveria ter pensado. O pensamento empírico torna-se claro <u>depois</u>, quando o conjunto de argumentos fica estabelecido. Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual. No fundo, o ato de conhecer dá-se <u>contra</u> um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos,*

superando o que no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização. (Bachelard, 1996, p. 17).

Esse estudo revelou que um obstáculo para a aprendizagem matemática é o que Bachelard chamou de o*bstáculo da experiência primeira* ou da *opinião.* Para este autor, um fato mal interpretado torna-se um obstáculo, um *contra-pensamento*, podendo, inclusive barrar o avanço do conhecimento. Deste modo, argumenta que o conhecimento científico se desenvolve a partir da ruptura com a cultura primeira, com o conhecimento popular.

Assim, o primeiro obstáculo a ser superado, de acordo com Bachelard (1996), é o da opinião, já que esta pensa mal, pode ser enganosa e, por isso, deve ser destruída. Para ele, o espírito científico nos impede de opinar sobre questões que não entendemos, que não sabemos formular com clareza e objetividade, uma vez que na vida científica os problemas não são formulados de modo espontâneo.

Diante desse espírito, a concepção de matemática presente nos currículos escolares, e assegurada pela prática docente, deixa de fazer sentido, uma vez que consiste numa interpretação mal elaborada da matemática, proveniente da idéia de simplificação, de torná-la acessível ao maior número de pessoas possível. E por consistir em uma má compreensão, podemos caracterizá-la como um *obstáculo da opinião.*

Isto porque, a matemática escolar enquadra-se em uma concepção restrita em que estão presentes crenças que se manifestam como verdadeiros obstáculos epistemológicos (embora não facilmente explicitados), como por exemplo, a crença na seqüência fixa de conteúdos a serem ensinados, em que está explícita a idéia de pré-requisito (não se pode aprender divisão anteriormente à adição, subtração e multiplicação) que vigora nos modelos escolares. Outra crença ainda presente em nossas escolas, e que também pode ser considerada como obstáculo epistemológico, é a idéia de que a aprendizagem da matemática só é possível pela repetição, pela reprodução das atividades apresentadas pelo professor. Esta concepção fica evidente pela ênfase dada aos repetitivos exercícios de fixação, tão presentes no ambiente escolar. Carraher (1994, p.14) denuncia essa prática ao falar dos exercícios que não incentivam o aluno a pensar, a raciocinar, pelo contrário são do tipo **papagaio –** "agora você resolve este problema para ver se você aprendeu como foi que eu resolvi antes".

A esse respeito, Lopes (1993, p. 325) se manifesta da seguinte maneira:

> Não é possível se adquirir nova cultura por incorporação da mesma aos traços da remanescente. Os hábitos incrustados no conhecimento não questionado invariavelmente bloqueiam o processo de construção do novo conhecimento, caracterizando-se portanto, segundo Bachelard, como 'obstáculos epistemológicos'**.**

Existe uma outra crença, mais recente que as anteriores, que "invadiu" as propostas de ensino de matemática, e que pela forma como tem sido interpretada e utilizada, pode ser considerada um obstáculo epistemológico: a compreensão de que as relações matemáticas estão contidas nos objetos. Ela manifesta-se de várias formas; por exemplo, com o uso didático de certos materiais ditos estruturados. O material dourado de Montessori, um dos mais divulgados, é usado para que a criança "enxergue" as relações próprias do sistema de numeração decimal.

Muitos professores, sem compreender bem a natureza do pensamento matemático, acabam por atribuir aos objetos manipuláveis poderes mágicos, como se o conhecimento pudesse saltar dos materiais para a cabeça dos aprendizes, ignorando as abstrações envolvidas na matematização de uma situação vivida. O professor, muitas vezes, é levado a acreditar que todos podem "ver" e conceber como ele próprio, esquecendo-se da complexidade das relações envolvidas.

Sobre isso Sierpinska (1987) argumenta:

> Os conceitos matemáticos são abstratos 'desde seu nascimento' por assim dizer. Eles não podem perder seu vetor de abstração sem perder o seu estatuto de conceito matemático. Portanto, certas concretizações que chegam às vezes ao absurdo, não são estranhas à matemática. Elas aparecem geralmente nas tentativas de comunicação ou de explicação das idéias matemáticas.

No ensino fundamental, para muitos alunos, os materiais manipuláveis se constituem em entrave para a aprendizagem, por exigirem um nível abstração que para crianças pequenas ainda não é possível, pois para elas é muito difícil estabelecer relações que ainda não são evidentes, que estão em construção. Como entender que uma barrinha pode em um determinado momento representar 1/3 de algo e esta mesma barrinha, em outro momento, representar 1/7 de um outro objeto? Afinal, se a barrinha é a mesma, como pode ser 1/3 e 1/7? Estas são algumas das perguntas que muitas vezes surgem e que pertencem ao mundo das relações, dependem de trabalhosas e demoradas construções conceituais.

Vergnaud (1989) aponta três grandes dificuldades conceituais que podem ser consideradas como verdadeiros obstáculos epistemológicos às quais os alunos são submetidos com freqüência: rejeitar o modelo exclusivo do número como uma medida de grandeza ou de quantidade; rejeitar o modelo exclusivo da multiplicação como adição reiterada de um mesmo número; rejeitar a idéia de que é sempre útil poder controlar, a todo momento, o sentido físico das expressões matemáticas utilizadas. Sobre estas dificuldades conceituais é que pretendemos discutir.

O Estudo Piloto

Este estudo teve por objetivo identificar os obstáculos epistemológicos para em seguida propor uma intervenção que permita a reflexão, a discussão e, sobretudo a tomada de consciência de tais obstáculos para que estes possam ser superados, uma vez que, segundo Bachelard não se pode saltar um obstáculo, mas superá-lo.

Para tanto elaboramos uma prova contendo 6 problemas que envolviam as estruturas multiplicativas de Vergnaud. Esta prova foi aplicada a uma turma do último ano do curso de Pedagogia de uma faculdade particular do interior paulista. A maioria dos alunos já atua como professores de educação infantil ou do ensino fundamental da rede estadual ou municipal de ensino.

Os resultados encontrados demonstram uma carência do "pensar matematicamente". Isto porque algumas crenças e concepções apresentaram-se inconsistentes, equivocadas. Assim, podemos caracteriza-las como obstáculo da opinião, da experiência primeira, por demonstrarem, má compreensão de alguns conceitos, como mostram os exemplos abaixo:

Exemplo 1:

Tenho duas jarras: em uma delas despejo 6 copos d'água e três colheradas de açúcar e na outra, 5 copos d'água e duas colheradas de açúcar. Em qual jarra a água fica mais doce?

As duas ficam com o mesmo sabor.

Exemplo 2:

Comente a afirmação:

" Gosto dos sorteios que aparecem na TV porque minha chance é sempre meio-a-meio – metade ganhar, metade perder!"

Isso é uma verdade, mas para ganhar preciso de sorte, e com isso é quase jogo.

Exemplo 3:

Minha mãe tem uma foto muito especial que mede 10cm por 15cm. Ela quer amplia-la fazendo o lado menor medir 30cm. Quanto vai medir o lado maior?

Exemplo 4:

Tenho dois "montes" de fichas brancas. Um monte contem 10 fichas e o outro contem 5. No primeiro monte, existe 4 fichas marcadas e no segundo 2 fichas marcadas. Em qual dos dois montes tenho melhores chances de pegar, ao acaso, uma ficha marcada?

no segundo por haver menos fichas no monte

Em ambos os montes de fichas pela simplificação. Pela lógica a chance de acerto é maior no monte com 4 fichas marcadas.

Na primeira solução do exemplo 1 fica claro que o aluno se prendeu apenas na quantidade de água. A resposta estaria correta, se a quantidade de açúcar tivesse permanecido a mesma. Assim, o conceito de proporcionalidade apresenta-se inconsistente.

Na segunda solução, fica evidente a falta de conhecimento da noção de proporcionalidade, na medida em que as frações 3/6 e 2/5 aparecem como equivalentes, como representando as mesmas quantidades.

No segundo exemplo podemos verificar que a idéia presente é a de que as chances em jogos independe do número de apostadores, o que é incorreto, pois se tenho 100 apostadores em um jogo que terá apenas um ganhador, tenho 1 chance em 100 de ganhar e 99 chances de perder. Portanto, a idéia de probabilidade apresenta-se equivocada. No entanto, na segunda solução, a aluna acaba recorrendo a poderes místicos como se este fosse definidor deste tipo de situação.

No terceiro, o raciocínio utilizado foi bastante simplista: de 10cm para 30cm aumentaram 20cm. Aumentando em 20cm o lado maior, este ficará com 35cm. Ou seja, o conceito de proporcionalidade está comprometido.

No exemplo quatro verificamos que na solução 1 o raciocínio utilizado é que com uma menor quantidade de fichas a probabilidade de erro também diminui. Já a solução 2 denota a compreensão do conceito de proporcionalidade. No entanto, pela falta de domínio do conceito de propabilidade a aluna acaba se confundindo e, como na solução 1, a lógica é de que quanto maior o número de cartas marcadas, maior é a probabilidade de acerto.

Portanto, alguns dos conceitos fundamentais da matemática demonstram severas lacunas. Assim, para um segundo momento será proposta uma intervenção que se realizará no primeiro semestre de 2004 com intuito de discutir essas respostas para que estas possam tomar consciência de seus erros e assim, buscar caminhos para sua superação. Esta intervenção será de 15 sessões de aproximadamente 2 horas. Nesta, estaremos propondo vários problemas, discutindo conceitos, concepções e crenças, além de refletir acerca da concepção de matemática presente nos cursos de formação. Ou seja, estaremos nos apoiando na solução de problemas como um recurso metodológico.

Neste momento estamos em fase de elaboração da estratégia de intervenção. Por isso nossos estudos estão voltados para a melhor maneira de se formular problemas, quais sugestões e estratégias capacitam melhor os futuros professores a abordar, entender e resolver problemas, a fim de que possam se interessar pela matemática, amenizar a fobia e ter mais segurança em relação à compreensão dos conceitos matemáticos, sobretudo daqueles que serão objetos de ensino, com o intuito de contribuir para a superação dos obstáculos epistemológicos encontrados e, conseqüentemente, com a formação docente.

Palavras-chave: Formação de professores, solução de problemas, obstáculos epistemológicos

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BRANCA, Nicholas A. Resolução de problemas como meta, processo e habilidade básica. In: KRULIK, Stephen & REYS, Robert.(orgs) **A resolução de problemas na matemática escolar.** São Paulo: Atual, 1997

BECKER, Fernando. **A epistemologia do professor: o cotidiano da escola**. 3.ed. Petrópolis: Vozes, 1993.

BERTONI, N.E. Formação do professor: concepção, tendências verificadas e pontos de reflexão**.** In: **Temas & Debates**. Ano VIII, n. 7 Blumenau: SBEM, 1995

BROUSSEAU, Guy. **Lês obstacles épistémologiques et lês problèmes em mathématiques.** RDM, v.4, n.2, p. 165-198, 1983

CARRAHER, David. Educação Tradicional e Educação Moderna. In: CARRAHER, Terezinha Nunes. **Aprender pensando: contribuições da psicologia cognitiva para a educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1994

CURY, Helena. N. Concepções e crenças dos professores de matemática: pesquisas realizadas e significado dos termos utilizados. In: **Bolema**. v.12, n.13, 1999, p.29-43.

DEMO, Pedro. **Avaliação sob olhar propedêutico**. Campinas: Papirus, 1996.

JAPIASSU, Hilton F. **Introdução ao pensamento epistemológico.** 7. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1992.

KULLOK, Maisa G. B. **Formação de professores para o próximo século***:* **novo locus?** São Paulo: Annablume, 2000.

LOPES, Alice R. C.. Coontribuições de Gaston Bachelard ao ensino de Ciências. In: **Enseñanza de lãs Ciências**. Barcelona: Universidade Autônoma de Barcelona, v.11, n.3, 1993, p. 324-330

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

POLYA, George. **A arte de resolver problemas.** Rio de Janeiro: Interciência, 1978

POLYA, George. Sobre a resolução de problemas de matemática na high school. In: KRULIK, Stephen & REYS, Robert.(orgs) **A resolução de problemas na matemática escolar.** São Paulo: Atual, 1997

SIERPINSKA, Anna. Humanities students and epistemological obstacles related to limits. In: **Educational Studies in Mathematics.** n.18, 1987, p. 371-397.

VERGNAUD, Gerard. Difficultés conceptuelles, erreurs didactiques et vrais obstacles épistemologiques dans l'apprentissagedes mathemáiques. In: BEDNARZ, Nadine & GARNIER, Catherine (orgs). **Cstruction des savoirs: obstacles & conflits.** Colloque International: obstacle épistémologique et confit socio-cognitif. Montreal: Agence d' ARC inc, 1989.