

Uma reflexão sobre crenças relativas à aprendizagem matemática

José Luiz Magalhães de Freitas

Doutor em Didática da Matemática pela Université-Montpellier II - França. Professor da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na qual atua no Programa de Mestrado em Educação, na linha de pesquisa Educação em Ciências, Matemática e Novas Tecnologias.
e-mail: jluiuz@hilbert-dmt.ufms.br

Resumo

O objetivo principal deste artigo é apresentar uma visão sobre algumas crenças intervenientes nas práticas pedagógicas de professores de matemática, no ensino fundamental, médio e superior. Procuramos apresentar aquelas que julgamos mais frequentes no ambiente escolar. Em nossa análise, mostramos, com base em teorias modernas de aprendizagem e resultados de pesquisas, alguns prováveis equívocos, do ponto de vista teórico e prático, que estariam permeando o trabalho cotidiano com essa disciplina. Esta abordagem visa sensibilizar pesquisadores e outros profissionais que trabalham com o aprendizado de Matemática, para uma reflexão mais ampla e aprofundada concernente ao tema.

Palavras-chave

Crenças, matemática, aprendizagem.

Abstract

The main aim of this article is to present a vision of some beliefs that intervene in the pedagogical practice of mathematics teachers at basic and intermediate levels of schooling as well as at university. An attempt has been made to present those beliefs judged to be the commonest in the school environment. The analysis showed that, based on modern theories of learning and the results of research, there are probable ambiguities, from the theoretical as well as from practical points of view, permeating daily work in this discipline. With this perspective, an attempt is being made to make researchers and other professionals working with the teaching of mathematics, aware of a wider and deeper reflection on this theme.

Key words

Beliefs, mathematics, learning.

Neste artigo, retomamos reflexões sobre crenças¹ subjacentes às práticas pedagógicas cotidianas de professores de Matemática. Embora saibamos que grande parte das teses que serão abordadas aqui não sejam inéditas para muitos pesquisadores da área de Educação, e em particular de Educação Matemática, julgamos urgente e necessário o aprofundamento da análise e questionamento das mesmas, particularmente os professores de Matemática que estão atuando diretamente em sala de aula. Observamos que o debate e a divulgação dessas idéias têm se limitado a comunidades acadêmicas restritas, permanecendo freqüentemente entre seus pares. Embora não pretendamos analisar aqui os motivos, julgamos que os profissionais que mais poderiam se beneficiar dessas discussões permanecem excluídos do processo. A situação parece paradoxal, pois ao mesmo tempo em que as oportunidades de estudos e de atualização dos professores diminuem, maiores se tornam as necessidades de aprimoramento intelectual de mestres que saibam processar conhecimentos para solucionar problemas práticos e teóricos que provoquem constantemente a ampliação dos horizontes de possibilidades de seus alunos.

Acreditamos que, se não fossem as grandes dificuldades de aproximação que os resultados de estudos e pesquisas enfrentam para atingir o cotidiano escolar, as mudanças na realidade educacional poderiam ser muito mais rápidas e eficazes. Assim sendo, muitas crenças poderiam ser desmistificadas através da análise crí-

tica de resultados de pesquisas, de debates e de comprovações experimentais, pelos profissionais da área de Educação Matemática que atuam diretamente em sala de aula, e dessa forma poderiam contribuir mais efetivamente para a melhoria do aprendizado dessa disciplina.

Não vamos aqui sugerir modelos a serem desenvolvidos em classe, mas estamos certos de que as teses, que apresentaremos a seguir, poderão contribuir para o questionamento de posturas e de práticas pedagógicas comuns de professores de matemática. Como consequência, elas poderão servir de subsídio para a reelaboração de projetos didático-pedagógicos baseados em novos parâmetros educacionais.

No universo de crenças presentes entre os professores de Matemática e também em muitos outros profissionais que trabalham nessa área, é opinião comum que a **organização e estruturação dos conteúdos matemáticos ocorrem quase sempre de forma linear**, seguindo uma ordem crescente de dificuldades. Esta forma de conceber a construção do conhecimento científico está associada ao pensamento cartesiano. Uma síntese dessa visão pode ser observada no seguinte trecho extraído de uma carta de Descartes: *“Assim, toda a filosofia é como uma árvore, da qual são as raízes a Metafísica, o tronco é a Física, e os galhos que saem deste tronco são todas as outras ciências...”* (Salma, p. 10).

Por acreditar nisso, muitos professores e autores de manuais didáticos julgam ser essa a melhor forma de se trabalhar com esses conteúdos em sala de aula. Ba-

seados nesse princípio, procuram organizar seqüências de conteúdos justapostos, tentando articulá-los para que cada novo conceito ou exercício dependa unicamente dos anteriores, garantindo assim uma progressão linear sem grandes entraves. Em decorrência disso, verificou-se, então, nos níveis teórico e prático, a apresentação de sucessões “monotonamente crescentes” de complexidade.

Essa concepção teórica pode conduzir o professor a uma prática pedagógica pouco significativa para os alunos, provocando desinteresse e, por conseguinte, o fracasso da aprendizagem. Teorias modernas de aprendizagem² indicam que os processos de construção e reconstrução de conhecimentos freqüentemente ocorrem de maneira bastante caótica. De modo geral, a aquisição de um novo conceito envolve “blocos”, “redes” ou “campos conceituais”³ nos quais se estabelecem organizações não necessariamente lineares. Perceber relações e interdependências entre conceitos, muitas vezes não muito evidentes, constitui um grande desafio para os profissionais que trabalham com o aprendizado da Matemática.

Em oposição à forma seqüencial de admitir a evolução do saber, Deleuze & Guattari (1978, p. 220) descreveram o conceito de *rizoma* para ilustrar a ampla complexidade envolvida na formação das noções científicas. Sob a aparente simplicidade de um conceito se esconde uma multiplicidade de outros componentes, muitos dos quais são também conceitos precedentes. O rizoma não tem uma es-

trutura linear, ordenada e seqüencial, tal como revelam as raízes, tronco e galhos da “árvore do conhecimento”.

Para que seja feita uma abordagem mais “contextualizada” dentro da própria matemática, é necessário desenvolver atividades com os alunos, que privilegiem a integração de vários campos (geométrico, aritmético, algébrico, gráfico, computacional...), por exemplo, o estudo de radicais estaria relacionado com as noções de potenciação, logaritmos, aplicações geométricas do teorema de Pitágoras e de Tales, entre outras. Da mesma forma outros conteúdos poderiam ser desenvolvidos seguindo a mesma ótica, por exemplo, a aprendizagem do cálculo algébrico poderia ocorrer com a resolução de situações-problema, envolvendo perímetros, áreas, volumes e também propriedades gerais de aritmética. É provável que esse tipo de tratamento pode ser dado a quase todos os conteúdos matemáticos. Certamente essa mudança de postura favoreceria uma visão mais geral e integrada da matemática pelos alunos e, provavelmente, seria mais interessante para eles.

Outra concepção muito difundida é a de que se aprende Matemática e também outros conteúdos de outras áreas através de **repetição e treino**. Essa concepção induz uma prática pedagógica caracterizada pela enorme quantidade de atividades envolvendo exercícios semelhantes. Normalmente, para essas atividades, são fornecidos, previamente, regras, modelos ou macetes, visando facilitar o treino de exercícios padronizados, que favoreçam o desen-

volvimento de automatismos. Subjacente a essa concepção, parece estar a idéia de que a aprendizagem ocorre por associação mecânica. Essa situação confunde adestramento com educação, pois deixa transparecer que os seres humanos devam ser "instruídos" da mesma forma que os outros animais. Trata-se de uma grave confusão sobre aprendizagem, gerada pela teoria dos reflexos condicionados de Pavlov e de outras teorias behavioristas, que culminaram no grande equívoco de propor o mesmo paradigma de comportamento animal para os seres humanos. Rezende (1990, p. 48) observou que:

“É verdade que o homem também pode ser adestrado, amestrado, treinado, domesticado. Mas isto não é aprendizagem, ou, ao menos, não é aprendizagem humana. Ao contrário, tanto psicológica como sociologicamente, quando isto acontece assistimos a um processo de regressão como fator de desumanização e alienação”.

Analisando essa questão sob um ponto de vista filosófico, ressaltamos que, segundo Merleau Ponty, o que nos diferencia dos demais animais é justamente o fato de sermos conscientes de nossa existência no mundo. Assim sendo, parece mais adequado, ao tratar de seres humanos, falar de existência ao invés de “comportamento”.

Analisando modos de ver ou conceber o ensino de Matemática no Brasil, Fiorentini (1995, p. 15) o definiu como: *“uma corrente de origem norte-americana... característica do regime militar pós-64 que pretendia inserir a escola nos modelos de*

racionalização de produção capitalista’. Na p. 17, do mesmo artigo, ele complementou: *“A finalidade do ensino da Matemática na tendência tecnicista, portanto, seria a de desenvolver habilidades e atitudes computacionais e manipulativas, capacitando o aluno para a resolução de exercícios ou de problemas-padrão”.*

A tendência tecnicista na educação tem se tornado cada vez mais vulnerável, mostrando que os alunos, que receberam essencialmente esse tipo de formação, apresentam dificuldades crescentes de aprendizagem. Podemos deduzir que o exagero em determinados tipos de “decoreba”, de “siga o modelo”, de “macetes”, faz com que os alunos quase não consigam reinvestir conhecimentos em situações fora do contexto, esquecem com muita facilidade e apresentam enormes dificuldades nos níveis de escolaridade subseqüentes. Não pretendemos aqui aprofundar a análise desse tipo de ensino “prescritivo”, que teve forte ênfase nas duas últimas décadas, mas cabe um questionamento ético e político sobre os reais objetivos da degeneração dessas propostas tecnicistas. Estariam os responsáveis pelas diretrizes educacionais querendo formar mão-de-obra semi-especializada para atender a algum macro-objetivo político-econômico e seria esse o modelo mais adequado, naquela época, de aumentar quantitativamente a população escolar?

As novas propostas e orientações⁴ pedagógicas estão indicando rumos diferentes, ou seja, que a aprendizagem matemática ocorre através de investigação, de

descobertas, de tentativas e erros, de ação e reflexão, de argumentação, contextualização, isto é, pela reconstrução de conceitos através da resolução de situações-problema em contextos diversificados. É claro que uma mudança para esse tipo de postura necessitaria, da parte do professor, de mais trabalho de pesquisa, de leituras, troca de experiências, mas principalmente pela prática de resolução e formulação de problemas de matemática. Como observamos anteriormente, esse é um dos grandes desafios para os profissionais que trabalham na área de Educação Matemática.

Acreditou-se também, durante muito tempo, que o **processo de aquisição do conhecimento matemático ocorre "num sentido único", indo sempre do concreto para o abstrato**. Parece ter havido, por grande parte dos profissionais da aprendizagem matemática, uma interpretação equivocada da teoria construtivista piagetiana. Entendeu-se que os processos de construção de conhecimento pela criança deveriam ocorrer através de uma aprendizagem ativa, e essa ação foi mal entendida por muitos professores, considerando-a unicamente como a manipulação direta dos objetos, através da experiência sensório-motora, baseada no uso dos cinco sentidos e do sistema motor. A função do educador seria apenas a de auxiliar o desenvolvimento do aluno através da organização de situações de aprendizagem em que os materiais pedagógicos desenvolveriam um papel preponderante, tornando-se muitas vezes um fim em si mesmo.

Em muitos casos, ao invés de

direcionarem suas aulas para o aprofundamento da reflexão sobre conteúdos matemáticos, tomaram o caminho inverso, voltado exclusivamente para o lazer e as artes. Convém deixar claro que consideramos de grande valia o uso de materiais concretos de manipulação, mas sobretudo como material de apoio para que se atinja um nível mais elevado de abstração. Acreditamos, nesse caso, que o material concreto possa auxiliar para a elaboração de uma dialética entre abstrato e concreto, em que para cada ação deveria corresponder um envolvimento mental e vice-versa.

Após o fracasso do Movimento da Matemática Moderna⁵, fortaleceu-se, no ensino de matemática, a crença de que, partindo da manipulação de objetos concretos, a criança naturalmente desenvolveria o raciocínio abstrato. Como marca dessa interpretação surgiram, no ensino de matemática, expressões como: "*primeiro trabalha-se o conceito no concreto para depois trabalhá-lo no abstrato*", ou seja, concreto e abstrato se caracterizando como dois momentos dissociados. Concreto identificado como o manipulável e o abstrato como as representações formais, com definições e sistematizações teóricas.

De acordo com essa concepção, a ação física se opõe à ação intelectual, não ocorrendo simultaneamente. Isso certamente resultará em prejuízos para o processo de reconstrução de conceitos pelo aluno. Na realidade, essa distinção é bastante questionável do ponto de vista epistemológico, pois a toda ação física corres-

ponde uma ação intelectual e toda manipulação de objetos cumpre uma finalidade e faz sentido para quem manipula. O reconhecimento da ação, no seu duplo sentido, concreto e abstrato, parece mais pertinente para compreender a aprendizagem como um processo em que essas duas dimensões intervêm concomitantemente e de forma relacionada. Os conceitos⁶ apresentam diferentes níveis de abstração e as concretizações representam os significados que lhes vão sendo atribuídos a cada momento com ajuda de materiais ou não.

Uma outra tese controvertida, relativa à aprendizagem matemática, é sobre a **universalidade na forma de abordagem dos conteúdos**, ou seja, que a mesma matemática deve ser ensinada a todos da mesma maneira. Não vemos argumentos sustentáveis para defesa desse entendimento, seja de natureza cognitiva, social ou cultural. De modo geral, é possível perceber que vários teóricos da aprendizagem propõem partir do que o aluno já conhece, respeitar os seus conhecimentos prévios.

Está subentendido que não se refere unicamente a aspectos específicos, mas também culturais, sociais e psicológicos. Piaget⁷ propunha o trabalho com base em esquemas de assimilação que o aluno já possui; para Vygotsky (1995), a aprendizagem ocorre na zona de desenvolvimento proximal; Bachelard desenvolveu a noção de obstáculo epistemológico⁸, referindo-se a certos conhecimentos prévios que dificultam ou impedem a apropriação de novos. Observamos assim que, de modo geral, eles partem de um mesmo princípio,

ou seja, que os alunos só aprendem por meio do que já conhecem e das experiências realizadas. Assim sendo, cada indivíduo assimila de maneira diferente do outro, aprecia de maneira distinta e, naturalmente, utiliza seus conhecimentos matemáticos em circunstâncias diversas e de modo diferente.

Existe também o mito relativo à avaliação da aprendizagem, referente à crença de que **é possível medir com alto nível de precisão**. Observa-se que o processo de ensino-aprendizagem é dinâmico e se baseia em dois princípios: percepção da informação e processamento dessa informação. Ele é dinâmico e permanente, estando presente em toda a vida do indivíduo.

Para nos convenceremos um pouco mais sobre a dificuldade em atribuir notas "corretas" aos alunos, basta observar que toda avaliação está sempre associada a juízo de valor, portanto, não está livre de subjetividade. Assim sendo, ela depende de crenças, concepções e preferências teóricas e práticas de quem avalia. Dessa forma, deve necessariamente ser analisada em um contexto mais amplo, no qual, objetivos, conteúdos, metodologia e avaliação formam um todo dinâmico no planejamento didático-pedagógico.

Em última instância, a avaliação trata a opção pedagógica predominante, contendo, portanto, elementos que contribuem para o desvelamento da concepção filosófica do educador. Decorre daí que, se quisermos romper com algumas práticas arraigadas, quaisquer que sejam elas, teremos necessariamente que repensar as

formas de avaliação.

No prática pedagógica tradicional, as avaliações ocorrem freqüentemente, e quase que exclusivamente, por meio de provas periódicas sobre conteúdos ministrados pelo professor em sala de aula, as quais exigem grande esforço de memorização de informações e técnicas fornecidas durante o processo. No modelo tecnicista, se o professor quiser manter uma coerência, suas avaliações deveriam ser compostas essencialmente de reprodução de regras, de procedimentos automáticos ou de modelos previamente fornecidos.

No entanto, se quisermos formar um aluno que compreenda os conceitos, que assuma postura crítica diante de situações inaceitáveis, com capacidade de argumentar, enfrentar e resolver situações-problema, é necessária uma avaliação processual.

Assim, torna-se essencial a utilização de instrumentos variados de avaliação: provas, trabalhos, explicações orais, envolvendo a observação de atitudes como questionamentos, tentativas, participação individual e em grupo, nível de interesse, tipo de justificativas produzidas, nível de comunicação e outros.

Nesse caso, a avaliação deve, sobretudo, exercer o papel de "bússola" e "termômetro" da classe, pois ela irá nortear o aprofundamento do conteúdo, a velocidade ou ainda as possíveis correções de "rumo", tendo, portanto, o papel fundamental de garantir um razoável nível de aprendizagem do conteúdo curricular.

Nos programas de matemática, é

muito freqüente que os conteúdos a serem ministrados estejam acompanhados do tempo previsto para seu trabalho em sala de aula, presumindo que a **aprendizagem de um determinado conteúdo ocorre num intervalo de tempo fixado**. Na realidade, é praticamente impossível elaborar, com um mínimo de precisão, qualquer cronograma, pois a aprendizagem é o produto de todo um acúmulo de experiências que nos informam permanentemente, durante toda a nossa existência, as quais se incorporam às experiências culturais.

Trata-se de um processo no qual cada indivíduo assimila à sua maneira, dependendo da quantidade e da qualidade de conhecimentos e também das habilidades que possui em dado momento de sua existência. Há o conflito entre o *tempo didático*⁹ –aquele regido pelos parâmetros burocráticos dos programas– e o *tempo da aprendizagem*, revelador da complexidade do processo individual e coletivo da construção do conhecimento.

Como vimos, cada indivíduo tem o seu tempo de aprendizagem, o qual dificilmente coincide com o tempo previsto nos programas escolares, sendo, portanto, uma ilusão pedagógica não considerar a diferença entre esses dois tempos. Diante desse fato, parece que seria melhor um trabalho pedagógico que favorecesse a retomada de conceitos em contextos variados e em diferentes níveis de profundidade. Essa forma de tratamento dos conteúdos, que valoriza esse tipo de retomada, as quais não são meras repetições, é também conhecida como abordagem em es-

piral e é coerente com o princípio de que a aprendizagem ocorre como processo.

Na realidade, podemos associar uma visão hermenêutica, ou seja, pela construção de novas bases por meio de conquistas anteriores, que deixa para trás patamares superados, exigindo um esforço reconstrutivo. Nesse tipo de percurso, as retomadas contribuem para a elevação.

Muitos ainda acreditam que **o programa escolar se constitui apenas de uma listagem de conteúdos** que devem ser desenvolvidos em tempo pré-determinado. Quanto a isso, compartilhamos o ponto de vista de D'Ambrósio (1986), que propõe um modelo curricular alternativo, no qual objetivos, conteúdos e métodos formam um todo indissociável. Assim sendo, é fundamental aceitar que, no planejamento, só é possível definir os conteúdos com base nos objetivos, isto é, se tivermos claro o tipo de aluno que queremos formar.

Desse modo, uma mesma relação de conteúdos pode ser trabalhada de forma tradicional, tecnicista, construtivista ou outra qualquer, dependendo da postura adotada diante dos alunos e do conhecimento. É claro que as situações-problema, as suas formas de abordagem e o nível de aprofundamento não serão os mesmos, embora pertencendo à mesma relação de conteúdos.

Uma outra concepção bastante arraigada é a de que **o professor de matemática é neutro** em relação à estrutura de poder e de funcionamento da sociedade. A relação da matemática com o mundo geralmente está associada às idéias de

exatidão, precisão, rigor, ordem e certeza, entre outros. Associado a essa concepção o professor carrega freqüentemente uma acentuada dose de intolerância, descompaixão, frieza e autoritarismo.

Desse modo, é possível ser rigoroso ao ponto de que poucos alunos consigam se sair bem em provas que ele considera fácil, podendo se valer delas como instrumento para o exercício do poder. Essa "postura" pode servir como meio de seleção e de exclusão de alunos do ambiente escolar, principalmente daqueles menos favorecidos no aspecto sócio-econômico, por não possuírem condições extra-classe favoráveis à aprendizagem. Segundo D'Ambrósio (1996, p. 85):

"Se algum professor julga que sua ação é politicamente neutra, não entendeu nada de sua profissão. Tudo o que fazemos, o nosso comportamento, as nossas opiniões e atitudes são registrados e gravados pelos alunos e entrarão naquele caldeirão que fará a sopa de sua consciência. Maior ou menor tempero político é nossa responsabilidade. Daí se falar tanto em educação para a cidadania."

Talvez em decorrência de alguns valores característicos da matemática, tais como precisão, rigor, certeza, linguagem econômica e universal, abstração, coerência, entre outros, construiu-se a imagem de que **a matemática é uma disciplina escolar que muito estimula o raciocínio do aluno**. Ela até poderia cumprir esse papel, mas infelizmente é necessário dizer que se trata de outro equívoco. Na realidade, devido às práticas pedagógicas adotadas na maioria

das escolas, do país e do resto do mundo, pode estar ocorrendo exatamente o contrário. Deste modo, a disciplina que deveria trabalhar com o logos, o pensar, devido à maneira como vem sendo desenvolvida, acaba praticando o anti-logos, ou seja, o desestímulo ao raciocínio dos alunos, da negação da razão. Nesse sentido, reproduzimos um parágrafo, a reflexão acerca do paradigma hegemônico de Educação Matemática da Atualidade, feita por Miguel (1994, p. 53):

"A ciência do anti-logos é aquela que não duvida. Aceita. É aquela que não argumenta. Impõe. É aquela que não põe problemas. Apenas os resolve. É aquela que não tem processo e nem produtores. Apenas produtos. É aquela que não tem história. Surgiu pronta do nada e predestina-se ao nada e a ninguém. É aquela que não induz a curiosidade. Conforma-se com tudo igual. É vítima do hábito. É aquela que renunciou à capacidade de pensar e pensar-se. Que renunciou à condição de ciência".

Alguns dados indicativos dessa cruel realidade podem ser detectados nas várias avaliações recentemente conduzidas pelo MEC. As últimas avaliações realizadas pelo Sistema de Avaliação do Ensino Básico (SAEB) mostram que o desempenho dos alunos, em Matemática, estão muito longe do mínimo desejável. No entanto, o Programa de Avaliação do Livro Didático (PNLD) mostrou que grande parte dos livros de Matemática mais utilizados pelos professores foram classificados como não-recomendáveis ou mesmo excluídos. Mais

recentemente, os alunos submetidos aos Exames Nacionais do Ensino Médio (ENEM), encontraram dificuldade para resolver problemas de Matemática em contextos não padronizados que extrapolam a memorização de fórmulas e regras.

Considerações finais

Existem outros aspectos polêmicos relativos às crenças, posturas e preferências dos professores de Matemática que não foram aqui analisados, pois não tínhamos o objetivo de fazer um tratamento exaustivo do tema. No entanto, acreditamos que o panorama apresentado contém elementos que consideramos importantes e atuais para o desenvolvimento de pesquisas, análises e reflexões.

No que concerne à importância do tema, julgamos interessante o estudo sobre a relação entre concepções de matemática e prática pedagógica feito por Thompson (1997, p. 12):

"Há uma forte razão para acreditar que em matemática, as concepções dos professores (suas crenças, visões e preferências) sobre o conteúdo e seu ensino desempenham um papel importante no que se refere à eficiência como mediadores primários entre o conteúdo e os alunos.. A pesquisa sobre este assunto reinvidica um exame dos processos cognitivos e metacognitivos de professores durante a prática pedagógica. Entretanto, por várias razões, estes processos têm sido tipicamente desprezados por pesquisadores".

Mais adiante (p. 14), visando enfatizar essa importância, a autora afirmou que:

“Se os padrões característicos do comportamento dos professores são realmente uma função de seus pontos de vista, crenças e preferências sobre o conteúdo e seu ensino, então qualquer esforço para melhorar a qualidade do ensino de matemática deve começar por uma compreensão das concepções sustentadas pelos professores e pelo modo como estas estão relacionadas com sua prática pedagógica. A falha em reconhecer o papel que as concepções dos professores podem exercer na determinação de seu comportamento pode, provavelmente, resultar em esforços mal direcionados para melhorar a qualidade do ensino de matemática nas escolas.”

Finalizando, julgamos oportuno frisar que, além da problemática acima apresentada, novos desafios continuam surgindo para os profissionais da educação matemática, dentre eles poderíamos citar as necessidades de incorporação das novas tecnologias, de se buscar situações-problemas contextualizadas e mais significativas para os alunos, de maior visão crítica sobre a epistemologia de conceitos matemáticos, visando articulações mais adequadas entre os mesmos, enfim, a implantação de laboratórios permanentes de aprendizagem matemática, entre outros. O enfrentamento desses novos paradigmas, por parte dos professores de matemática, certamente dependerá de suas crenças sobre eles.

Notas:

¹ Estamos considerando como crenças as opiniões vagas, as visões e preferências dos professores, predominantemente instintivas e subjetivas, carentes de validação por pesquisas sistematizadas.

² Além da psicologia cognitiva, há grandes avanços e contribuições de diversas áreas. Por exemplo, da Física: PRIGOGINE, I., 1996; CAPRA, F., 1997; da Biologia: MATURANA, H. & VARELA, F., 1995; da Filosofia: DELEUZE, G. & GUATARI, F., 1976; HABERMAS, J., 1986; de base interdisciplinar: GARDNER, H., 1994; DAMÁSIO, A. R., 1996.

³ Noção desenvolvida por Gérard Vergnaud. Maiores considerações sobre essa noção encontram-se no livro *Educação Matemática: uma introdução*, publicado pela EDUC – PUC-SP, 1999.

⁴ Um exemplo ilustrativo são as orientações e subsídios contidos nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, publicados pelo MEC, recentemente.

⁵ Movimento de reforma do Ensino de Matemática, que teve início no final da década de 60, cujo objetivo principal era a utilização de uma nova linguagem, compreendendo, sobretudo, a utilização de novos símbolos e propriedades estruturais, envolvendo conjuntos. Para maiores informações ver “O Fracasso da Matemática Moderna” de Morris Kline.

⁶ Estamos considerando a definição dada por Vergnaud, isto é, um conceito é constituído de três conjuntos (situações, invariantes e representações simbólicas). Maiores detalhes sobre essa noção podem ser encontrados em “*Educação Matemática: uma introdução*”, obra já citada.

⁷ Piaget, Jean. *Psicologia da Inteligência*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1958.

⁸ A noção de obstáculo epistemológico foi pesquisada em Didática da Matemática em 1976, por Guy Brousseau (in: MACHADO, Sílvia D. A. et alii, *Educação Matemática: uma introdução*, 1999).

⁹ Noção estudada por L. C. PAIS (in: MACHADO, Sílvia D. A. et alii, *Educação Matemática: uma introdução*, 1999).

Referências bibliográficas

- ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. *A didática das ciências 2*. ed. Campinas-SP : Papirus, 1991.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: primeiro e segundo ciclos*. Brasília : MEC/SEF, 1997.
- _____. *Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL, Ministério de Educação e do Desporto – MEC. *Guia de Livros Didáticos, 5ª a 8ª série – PNLD 1999*. Brasília: MEC/SEF, 1988.
- CAPRA, F. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo : Cultrix, 1997.
- DAMÁSIO, A. R. *O erro de Descartes – emoção, razão e cérebro humano*. São Paulo : Companhia das Letras, 1996.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. 3. ed. Campinas : Summus, 1986.
- _____. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas-SP : Papirus, 1996.
- DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. *Mil platôs*. Rio de Janeiro : Editora 34, 1997. Vol. 5.
- FIORENTINI, Dário. Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. In: *Revista Zetetiké*, Campinas-SP: CEMPEM – FE/UNICAMP, ano 3, n. 4, p. 1-38, 1995.
- GARDNER, H. *Estruturas da mente – a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1994.
- HABERMAS, J. *A consciência moral e agir comunicativo*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1986.
- KLINE, Morris. *O fracasso da Matemática moderna*. São Paulo : Ibrasa, 1976.
- LORENZ, E. N. *A essência do caos*. Brasília : UnB, 1996.
- MACHADO, Sílvia Dias Alcântara et alii. *Educação Matemática: uma introdução*. São Paulo : EDUC, 1999.
- MATURANA, H.; VARELA, F. *El Árbol del Conocimiento*. Santiago : Editorial Universitária, 1995.
- MIGUEL, Antônio. Reflexão acerca da Educação Matemática Contemporânea. In: *A Educação Matemática em Revista – SBEM*, Blumenau-SC : FURB, n. 2, 1994.
- PRIGOGINE, I. *O fim das certezas – tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo : UNESP, 1996.
- SEGURADO, I.; PONTE, J. P. Concepções sobre a Matemática e trabalho investigativo. In: *Revista Quadrante*, Lisboa, Portugal, 7(2), 5-40, 1999.

THOMPSON, Alba Gonzáles. A relação entre concepções de Matemática e de ensino de Matemática de professores na prática pedagógica. In: *Revista Zetetiké*, Campinas-SP : CEMPEM - FE/ UNICAMP, vol. 5, n. 8, 1997.

WGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo : Martins Fontes, 1989.

_____. *Pensamento e linguagem*. São Paulo : Martins Fontes, 1995.