Fundamentação teórica para as perguntas primárias: O que é matemática? Por que ensinar? Como se ensina e como se aprende?*

Theoretical foundations to answer the primary questions: What's mathematics? Why teach mathematics? How to teach and how people learn it?

VERA CLOTILDE VANZETTO GARCIA**

RESUMO – O presente artigo oferece suporte teórico para questões primárias que estão no início de qualquer atividade docente em matemática: O que é matemática? Porque ensinar matemática? Como se aprende e como se ensina? O objetivo é contribuir para a formação do professor pesquisador nas áreas de Educação Matemática e Ensino de Matemática. O estudo concentrou-se no modelo teórico do Construtivismo Social, proposto pelo educador matemático inglês Paul Ernest, que opta pelos conceitos de "falibilismo" e "conversação" para conceber Matemática. Ensino para promover o "*empowerment*" e a "apreciação da Matemática", desenvolvendo ideias da teoria de aprendizagem de Vygotsky e do ensino segundo a "Educação Matemática Crítica".

Descriptores – Professor de Matemática pesquisador; Construtivismo Social; falibilismo; *"empowerment"*; conversação; Educação Matemática Crítica.

ABSTRACT – This paper offers theoretical basis to primary questions posed at the beginning of any mathematics teacher's activity. What is mathematics? Why teach mathematics? How do we learn and how to teach mathematics? The aim is to contribute to mathematics practical researcher education. The study is concentrated on Social Construtivism theoretical model, as defined by Paul Ernest, English mathematics educator. The focus are "falibilism" and "conversation" to conceive Mathematics. Teach to favor "empowerment", Vygotsky ideas as learning theory and Critical Mathematic Education as teaching ways.

Key words – Mathematics practical researcher; Social Constructivism; falibilism; empowerment; Critical Mathematic Education.

INTRODUÇÃO

O presente artigo traz suporte teórico para questões primárias que estão no início de qualquer pesquisa relacionada com ensino de matemática: O que é matemática? Porque ensinar matemática? Como se aprende e como se ensina?

Por um lado, este artigo alinha-se com um movimento de reconstrução e renovação que se instala hoje entre as licenciaturas em geral e nos cursos de matemática, em particular, em resposta às recomendações do MEC-CNE no sentido de relacionar prática docente com pesquisa; por outro lado espera-se contribuir também para a produção científica nas áreas de Educação, com foco em Educação Matemática, e de Ensino de Matemática e de Ciências.

A Resolução do CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002, apresenta as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior e enfatiza a necessidade de associar o preparo do professor ao aprimoramento das práticas investigativas. O conhecimento de processos de investigação vai possibilitar o aperfeiçoamento das práticas pedagógicas, que devem ser desenvolvidas com ênfase nos procedimentos de observação e reflexão, visando atuação em situações contextualizadas. A área de Educação, tradicionalmente abriga pesquisadores cuja origem é a licenciatura em Matemática e que colocam em pauta questões relativas ao ensino. A área de Ensino de Ciências e Matemática, da CAPES abriu espaço para a organização de mestrados dirigidos para professores em exercício. Esses cursos

* Artigo utilizado como apostila na disciplina: Pesquisa em Educação Matemática, do Curso de Licenciatura em Matemática da UFRGS.

** Doutora em Educação pela PUCRS e Mestre em Matemática pela UFRGS. Professora do Instituto de Matemática da UFRGS, atuando no Curso de Licenciatura e no PPG-Ensino de Matemática. *E-mail*: veraclot@ufrgs.br

Artigo recebido em: maio/2007. Aprovado em: abril/2008.

prevêem a elaboração de um trabalho final de pesquisa, com desenvolvimento de processos ou produtos de natureza educacional, visando a melhoria do ensino na área específica. Ou seja, espera-se que o professor possa produzir conhecimento novo e reprodutível, tomando, como foco e alvo, seu próprio trabalho docente.

Este texto se propõe a disponibilizar para o professor pesquisador iniciante fundamentos que possam embasar suas pesquisas, salientando a importância da base teórica para o desenvolvimento de um trabalho de qualidade.

Partindo da análise da expressão-chave "professor pesquisador", o texto remete para questões primárias que necessariamente antecedem qualquer atividade docente, seja de pesquisa ou de ensino.

Pensar sobre tais questões leva à prática da filosofia da Educação Matemática e a reflexões sobre psicologia e sociologia.Existem múltiplas respostas, de acordo com linhas filosóficas, autores e concepções diversas. Por outro lado, na prática, a tendência é que o professor formule suas respostas próprias, em geral de forma um pouco vaga, intuitiva, muitas vezes repetindo slogans.

No intuito de justificar tais intuições, este texto abre as portas para um estudo mais atento das possibilidades para responder às questões primárias, privilegiando e oferecendo, à análise crítica do professor, os aportes teóricos do filósofo e educador matemático inglês, Paul Ernest, com o modelo do Construtivismo Social, baseado nas propostas de Wittgenstein, Vygotsky e Lákatos.

Educação Matemática

> *"Mathematics Education understood in its simplest and most concrete sense concerns the activity or practice of teaching mathematics."*
>
> (ERNEST, 2004, p. 1)

No I Seminário Internacional de Educação Matemática (SIEM), em 1993, Educação Matemática é definida como área autônoma de conhecimento com objeto de estudo e pesquisa interdisciplinar, que diz respeito "ao processo de produção e aquisição do saber matemático, tanto mediante a prática pedagógica em todos os graus de ensino, quanto mediante outras práticas sociais*"* (SOUZA et al., 1995, p. 51). Segundo Souza et al (1995), o objeto formal de pesquisa desta área é o "sentido das falas matemáticas" (p.54), que fundamentam as práticas de ensino, e, no momento em que este objeto se caracteriza, define e limita, a Educação Matemática adquire estatuto de prática científica.

Garnica (1998) institui a Educação Matemática como um "movimento" (p. 45), nas práticas sociais e, entre elas, na prática científica. Kilpatrik (1996) caracteriza Educação Matemática como "campo profissional e científico" (p. 111-112).

A partir daí, pode-se pensar em Educação Matemática:

a) como área de pesquisa que toma como foco, campo e alvo a sala de aula, o trabalho docente, a formação de professores e todas as questões que dizem respeito ao ensino aprendizagem de matemática;
b) como corpo teórico de conhecimentos estruturado e articulado, formulado por autores próprios, base adequada para as pesquisas;
c) como campo profissional, lugar de fala e de construção de identidades do professor;
d) como corpo de conhecimentos produto da pesquisa empírica e pragmática que se oferecem ao professor para aplicação imediata e que são também produzidos por ele.

Nesta perspectiva, o professor de matemática, pesquisador iniciante, pode recorrer tanto à base teórica produzida e oferecida pelos autores da área quanto a uma grande variedade de resultados obtidos pelos demais professores pesquisadores.

Pesquisa do Professor

> *"... any philosophy of mathematics (including personal philosophies) has many educational and pedagogical consequences when embodied in teachers' beliefs, curriculum development, or assessment systems."*
>
> (ERNEST, 1996, p. 1).

Professor pesquisador é aquele que parte de questões relativas à sua prática, com objetivo de aprimorá-la.

Na literatura atual (ZEICHNER, 1998, LÜDKE, 2001, 2006; FAZENDA, 2005; ANDRÉ 2006), são explicitadas diferenças entre as expressões: "pesquisa do professor" e "pesquisa acadêmica ou científica". Em relação à finalidade, a pesquisa científica tem a preocupação com a originalidade, a validade e o reconhecimento por uma comunidade científica. A pesquisa do professor busca o conhecimento da realidade, para transformá-la, visando à melhoria das práticas pedagógicas e à autonomia do professor. Em relação ao rigor, o professor pesquisa sua própria prática e encontra-se, portanto, envolvido, diferentemente do pesquisador teórico. Em relação aos objetivos, a pesquisa do professor tem caráter instrumental e utilitário, enquanto a pesquisa acadêmica em educação em geral está conectada com objetivos sociais e políticos mais amplos.

Fiorentini e Lorenzato (2006) descrevem as etapas indispensáveis na estrutura de uma pesquisa: 1) Tema; 2) Justificativa; 3) Revisão bibliográfica; 4) Questão norteadora e objetivos; 5) Teoria de base; 6) Referencial metodológico; 7) Ação didática; 8)Tratamento dos dados; 9) Resultados; 10) Conhecimento novo produzido.

Analisando o esquema, à luz de um conjunto de dissertações de mestrado que foram analisadas para este fim, pode-se estabelecer relações entre estas etapas, salientando a importância do estudo teórico e das questões primárias.

O tema diz respeito ao trabalho docente do autor, relacionando-se com novas tendências e problemas atuais, sociais, políticos e educativos, em particular da Educação Matemática, e a justificativa, mostra conhecimento geral e uma visão mais ampla do mundo. A revisão bibliográfica demonstra o esforço do autor na busca dos resultados de outras pesquisas recentes e a questão norteadora do trabalho, assim como os objetivos são delineados após esta revisão bibliográfica, mostrando-se dependentes destes achados. A teoria de base é a fundamentação que o professor procura para suas respostas pessoais às perguntas primárias em qualquer atividade docente: O que é matemática? Porque ensinar? Como se ensina e como se aprende? Tais respostas informam as escolhas metodológicas, a proposta didática e o plano de ensino, e auxiliam na escolha dos dados a serem coletados e dos objetivos e métodos de análise. No momento que o professor tem clareza das suas crenças, os demais passos da pesquisa deixam de ser aleatórios. As respostas das questões primárias orientam as decisões posteriores.

Num trabalho de pesquisa, ao fim do qual será elaborado, avaliado e publicizado um relatório formal, nada pode ser vago, nada pode ser dito sem fundamentos. Numa dissertação ou tese em nível de pós-graduação, o autor necessariamente deve demonstrar que se dedicou a um estudo sério das teorias predominantes e dos resultados já produzidos. O avaliador espera encontrar indícios de um esforço de reflexão e criação sobre bases teóricas bem elaboradas, o que necessariamente inclui, mas vai além das opiniões pessoais prévias.

Questões primárias da atividade docente: O que é matemática? Por que ensinar? Como se ensina e como se aprende?

> *"... the narrowest sense of phylosophy of mathematics education concerns the aims or rationale behind the practice of teaching mathematics."*
>
> (ERNEST, 2004, p. 1)

As respostas a estas questões são múltiplas, as teorias são diversas e, na verdade, cada professor produz, durante sua vida profissional, diferentes concepções de matemática e de ensino/aprendizagem, respondendo-as de maneiras próprias e mutáveis.

Imenes (1990) foi um precursor, entre os autores brasileiros, a levantar a questão das relações entre concepções de matemática e ensino de matemática. Ele relaciona fracasso no ensino com uma concepção absolutista de Matemática: um conhecimento-produto, conjunto acabado e completo de conteúdos, passível de ser transmitido numa formalização e organização rígida. Esta concepção tem, entre seus efeitos, um ensino desenvolvido de forma a-histórica e a-temporal, como se os conteúdos tratados fossem independentes dos homens. As ideias matemáticas são apresentadas, segundo o critério da precedência lógica, sem consideração para aspectos psicológicos, culturais ou socioeconômicos envolvidos na sua criação e sem respeitar os interesses dos estudantes. Esta concepção reserva ao professor o papel central do processo ensino/aprendizagem, aquele que expõe os conteúdos através de preleções ou de desenvolvimentos teóricos, instituindo, assim, a figura do professor acadêmico: professor é aquele que conhece a matéria que irá ensinar. Por outro lado, o aluno é um aprendiz passivo a quem cabe memorizar e reproduzir os raciocínios e procedimentos ditados pelo professor ou pelos livros. Nesta perspectiva, esta ciência parece ser alienada e sem sentido e a matemática se apresenta desvinculada das demais.

A revista **Temas e Debates** dedicou os números 1 e 2 de 1994, para tratar de questionamentos semelhantes. Diferentes autores responderam de diferentes maneiras às seguintes perguntas: Para que a matemática hoje? Por que a matemática hoje? O que ensinar de matemática hoje? Como ensinar matemática hoje?

A tese de doutorado de Cury (1994) destaca a divisão entre absolutismo e falibilismo, concepções opostas de matemática, e sua relação com as práticas pedagógicas e avaliativas dos professores: a visão absolutista, dominante, pode levar a um ensino centrado no conhecimento, numa postura pedagógica formal, com avaliação objetiva, terminal e reprodutiva, em que os erros são evitados ou corrigidos; a visão falibilista pode se refletir numa reversão do quadro tradicional, priorizando um ensino centrado na ação, no diálogo e na resolução de problemas, com a avaliação contínua e formativa, em que os erros são utilizados de forma construtiva no processo de ensino-aprendizagem.

A pesquisa de Fiorentini (1995), estuda relações entre as crenças e as práticas do professor, ao definir tendências em Educação Matemática, no panorama educativo brasileiro, como, "modos historicamente construídos de ver e conceber a melhoria do ensino de Matemática" (p. 3). O autor explicita múltiplas concepções de matemática, incluindo a tendência formalista-clássica, que coincide com as características da prática dominante – concepção platônica, modelo euclidiano, professor que transmite e aluno que recebe conteúdos – e descrevendo outras tendências: empírico-ativista, formalista-moderna, tecnicistas, construtivista, histórico-crítica e socioetno-culturalista.

Paul Ernest é PHD em Filosofia da Educação Matemática, professor emérito na Universidade de Exeter (Inglaterra) e editor da revista eletrônica Philosophy of Mathematics Education Journal. A partir da década de 80, este autor tem se dedicado a formular e aprimorar um modelo teórico para o Construtivismo Social. Em 2007, este modelo se encontra bem definido, atualizado, coerente e extremamente adequado para oferecer respostas ás perguntas primárias. Estabelece relações entre elas e pode servir de base sólida para os professores que, fruto da sua prática, também estão construindo percepções não tradicionais a respeito da Educação Matemática.

Neste texto, trago um resumo do estudo da obra de Paul Ernest, direcionado para as questões-chave. Estudei textos escolhidos disponíveis no site do autor (ERNEST, 1989, 1996, 1999a, 1999b, 2000, 2002, 2003, 2004). Na continuidade, os leitores encontrarão uma reorganização das ideias, conceitos e definições encontradas nestas referências.

O que é Matemática?

> *"Mathematics is cultural knowledge like the rest of human knowledge. It transcends any particular individual, but not all the humankind, like art, music, literature, religion, philosophy and science."*
>
> (ERNEST, 1999b, p. 2).

Esta questão é crucial para os professores, pois sua maneira de ver e pensar a Matemática influencia sua maneira de pensar sobre ensino e aprendizagem em sala de aula, assim como sobre o formato, desenvolvimento e implementação do currículo. É fundamental indagar a respeito da natureza da Matemática, suas características, conceitos, métodos, descobertas e verdades.

Porém, não existe uma resposta única para esta pergunta. matemática pode ser vista como um corpo de conhecimentos, uma coleção de técnicas e métodos, o produto da atividade humana, e mesmo como sendo uma atividade em si, a atividade de resolver problemas.

O Construtivismo Social identifica uma base con versacional para a matemática, fundamentada numa teoria social proposta por Wittgenstein, relacionando significado, conhecimento e matemática com "jogos de linguagem" e "formas de vida". Esta teoria esclarece as bases da conversação: experiências compartilhadas, hábitos, compreensões, crenças e participação em atividades comunitárias. Assim, matemática consiste em jogos de linguagem com regras e padrões bem definidos, estáveis e duradouros, mas sempre abertos para a possibilidade de mudança.

No contexto da pesquisa profissional, em matemática, indivíduos usam seu conhecimento pessoal tanto para produzir novos resultados quanto para participar num diálogo crítico para avalisar outros resultados. Em cada caso, a produção simbólica individual do matemático é uma das vozes na conversação e as provas matemáticas funcionam na comunidade matemática como garantia epistemológica.

Paul Ernest salienta um debate atual entre duas correntes em ciência, a corrente dos realistas, aqueles que vêem a ciência como uma descrição racional do mundo que converge para a verdade, e a dos relativistas, aqueles que afirmam que a ciência é uma construção social para explicar o mundo, uma entre outras explicações.

Paralelamente existe uma disputa em torno da questão se a matemática é descoberta ou inventada. A visão absolutista de matemática a vê como universal, objetiva e certa, com as verdades matemáticas descobertas a partir da intuição do matemático sendo estabelecidas por meio das provas. O oposto é a visão falibilista, que vê a matemática como um mundo em desenvolvimento, incompleto e nunca acabado. É corrigível, mutável, sujeito a revisão, onde novas verdades são inventadas.

A filosofia absolutista corresponde à visão de matemática como um produto, visão encontrada nas escolas de pensamento tradicionais, Logicismo, Formalismo, Intuicionismo e Platonismo. Em cada uma delas, define-se Matemática como um produto que é identificado com lógica, com sistemas formais, intuicionismo lógico ou estruturas relacionadas com a teoria dos conjuntos.

A filosofia falibilista tem origem na teoria empiricista de Lákatos, que concebe Matemática como um processo, uma atividade humana baseada na resolução de problemas. O falibilismo associa Matemática com um conjunto de práticas sociais, cada uma com sua história, envolvendo pessoas, instituições e posições sociais, formas simbólicas, propósitos e relações.

A pesquisa acadêmica em matemática é uma destas práticas; as matemáticas dos diferentes grupos culturais e a matemática escolar são outras práticas, todas distintas. Nessa perspectiva, o conhecimento matemático, como qualquer outro conhecimento científico, não pode garantir certezas.

A visão falibilista não sugere que alguma parte da matemática seja falível, no sentido de falsa, apenas nega que exista a verdade absoluta. A matemática admite a existência de interpretações diferentes. Matemáticos estão o tempo todo inventando novos mundos imaginários sem precisar descartar ou rejeitar os anteriores, como se vê na passagem da geometria euclidiana para as outras geometrias. Na sua essência, esta concepção reafirma a importância do conhecimento matemático, necessário, autônomo e estável. Uma vez que a humanidade inventou alguma coisa descrevendo as regras que regulam sua existência, tal como o jogo de xadrez, a teoria dos números, ou a álgebra, as implicações e padrões que emergem das regras podem nos surpreende, mas isto não muda o fato de que nós inventamos o jogo. Apenas demonstra a riqueza da invenção.

Com esta fundamentação teórica, pode-se ir mais além e desenvolver um modo mais amplo de pensar Matemática.

A Matemática que conhecemos é produção cultural e construção social. É dialógica e a conversação permeia tanto a atividade de pesquisa como a de ensino e aprendizagem. O conhecimento e as competências são adquiridos em prolongada participação, em variadas situações, em diferentes contextos com diferentes pessoas. Sua história relaciona a tradição oriental e o progresso ocidental e está associada a valores sociais positivamente construídos: é saber valioso, no nosso mundo, desejável e de difícil acesso. Inclui um modo de pensar lógico e organizado, freqüentemente interpretado como o modo de pensar que leva ao sucesso social e econômico, uma linguagem simbólica concisa, porém, para muitos, hermética, um conjunto de técnicas úteis para o desenvolvimento da ciência. É ciência que permite a construção de modelos simplificados da realidade e que facilitam sua compreensão. É estrutura de conhecimentos organizados e encadeados com certa beleza intrínseca, representante do poder da mente humana.

Por que ensinar Matemática?

> *"Empowerment is the gaining of power in particular domains of activity by individuals or groups and the processes of giving power to them, or processes that foster and facilitate their gaining of power."*
>
> (ERNEST, 2002, p.1)

Esta é mais uma questão fundamental para o trabalho do professor pesquisador. Qualquer proposta de intervenção para a melhoria do ensino é necessariamente orientada pela reflexão a respeito das suas razões.

Existem muitas respostas. Ensina-se matemática para dar oportunidades aos jovens de competir no mercado de trabalho, eis que este saber foi eleito como filtro social, presente em todos os tipos de concursos e provas de seleção; porque é patrimônio da humanidade, como a arte e como a filosofia; porque desenvolve o pensamento lógico; porque auxilia na resolução de problemas; porque é útil na vida social; porque é utilizada pelos governantes e dirigentes, para determinar os rumos da política e da economia.

Paul Ernest reúne todas as respostas no conceito de *"empowerment*" em Educação Matemática.

A expressão inglesa "empowerment" refere-se às possibilidades de um indivíduo ou grupo alcançar uma posição melhor, nas redes de saber e poder, num particular domínio, e ao processo de facilitar e favorecer esta ascensão.

Discutir o *"empowerment"* na Educação Matemática diz respeito aos objetivos do ensino e da aprendizagem da matemática e ao papel da matemática na vida do aprendiz, tanto no âmbito da vida escolar quanto no contexto social, no presente e no futuro.

Nessa linha, o autor define três diferentes domínios: matemático, social e epistemológico.

"*Empowerment"* matemático diz respeito á ascensão nas redes de poder a partir do domínio sobre a linguagem, as habilidades, as práticas de uso e as de aplicação da matemática, no domínio estreito da matemática escolar, assim como a partir da aquisição de confiança para aplicar este conhecimento em outros contextos.

"*Empowerment"* social diz respeito à habilidade em usar a matemática para melhorar as chances no estudo, no trabalho e para participar mais plenamente na sociedade através de uma cidadania matemática critica. Isto envolve avanços no domínio social mais amplo, incluindo os mundos do trabalho, vida e relações sociais.

"*Empowerment"* epistemológico diz respeito ao crescimento da autoconfiança não apenas em usar a matemática, mas também de uma sensação pessoal de poder sobre a criação e validação do conhecimento. Esta é uma forma pessoal de "*empowerment"*: o desenvolvimento da identidade, confiança e capacidade de governo tanto no sentido matemático quanto social.

Na prática, porém, o currículo e os objetivos oficialmente propostos para o ensino de matemática não se encontram no âmbito elevado da teoria, mas sim, são dependentes do contexto social. Tais objetivos expressam as intenções, os valores, os interesses e as ideologias de certos grupos ou indivíduos.

Paul Ernest distingue cinco grupos que influenciam a história educativa e social inglesa, cada um deles com diferentes concepções sobre a natureza da Matemática e sobre as razões para ensiná-la. Não é difícil, para nós, identificar tais interesses também na sociedade brasileira.

O grupo que se preocupa com o progresso econômico vinculado com a indústria privilegia o treinamento das competências calculatórias básicas; o grupo vinculado ao progresso tecnológico postula o desenvolvimento de competências básicas para resolução de problemas práticos; o grupo humanista enfatiza a compreensão e a apreciação da matemática pura; o grupo dos educadores progressistas tem como objetivo o desenvolvimento da autoconfiança, da criatividade e da autoexpressão; e o grupo dos educadores públicos almeja a formação do cidadão crítico, matematicamente competente.

O autor expõe as contradições entre o objetivo de ensinar matemática para desenvolver capacidades e competências e o objetivo de desenvolver "apreciação da matemática" e se dedica a explicitar os significados desta expressão para a principal razão para ensinar matemática.

Desenvolver a apreciação da matemática tem relação com: adquirir uma compreensão qualitativa das principais ideias da matemática; ser capaz de compreender os principais ramos e conceitos da matemática, interconectando-os; compreender as múltiplas concepções a respeito da natureza da matemática, percebendo a controvérsia a respeito da sua fundamentação filosófica; estar consciente de como e em que extensão o pensamento matemático permeia o dia a dia e as situações de vida, mesmo quando não existe referência explícita à matemática; entender criticamente os usos da matemática na sociedade, muitas vezes servindo aos interesses de governantes ou de grupos sociais; estar consciente do desenvolvimento histórico da matemática e dos contextos sociais nos quais se originaram os conceitos, simbolismos, teorias e problemas; ter a percepção de que a matemática é um elemento central na cultura, na arte, na vida presente e passada, permeando e contribuindo para a ciência, a tecnologia e todos os aspectos da cultura humana. Ou seja, para o autor, apreciar a matemática envolve compreender e ter consciência de sua natureza e valor, assim como compreender e ser crítico das suas aplicações na sociedade.

Com esta fundamentação, pode-se elaborar uma síntese. Ensina-se matemática com o principal objetivo de desenvolver os conceitos, a linguagem, as ferramentas e o modo de pensar matemático que auxiliam a perceber, descrever e analisar a realidade física e social e que são postos em ação nas práticas sociais. Mas, antes de tudo, ensina-se para abrir caminhos de sucesso individual, no contexto social.

No âmbito utilitário, o sucesso em matemática dá ao estudante chances no estudo, no trabalho e nas relações sociais. A certificação, na forma de testes e exames, serve como evidência das capabilidades do estudante e abrem as portas para atividades sociais. Esta documentação formal é exigida para admissão em estudos avançados e para ocupações bem remuneradas.

Além disso, é preciso pensar em "cidadania matematicamente critica", que envolve a formação de cidadãos matematicamente alfabetizados, capazes do exercício do julgamento independente e crítico dando conta da utilização da matemática para justificar decisões políticas assim como na comunicação de mídia.

COMO SE APRENDE?

> *"... one of the special features of social constructivism in social psychology is the explicit central use of the metaphor of conversation for mind, as well for interpersonal interaction."*
>
> (ERNEST, 1999a, p. 2)

Esta pergunta antecede a questão prática relativa aos modos de ensinar. As decisões do professor sobre as rotinas da sala de aula são necessariamente orientadas por suas crenças sobre aprendizagem. É fundamental refletir sobre o tema.

A concepção atual e usual, na escola, envolve a concepção de construtivismo, porém este é um termo polissêmico, com diferentes acepções.

A predominância do construtivismo piagetiano na pesquisa educacional dos últimos 20 anos teve como principal conseqüência desenvolver uma nova visão da aprendizagem, que não se reduz simplesmente à transmissão dos fatos. O que pode ser aprendido é fortemente restringido pelas concepções iniciais dos sujeitos – pelas situações propostas e pelos meios de ação que eles dispõem para enfrentá-las. No entanto, a concepção construtivista piagetiana é considerada hoje insuficiente para modelar de forma satisfatória os processos de aprendizagem de Matemática, porque não dá conta das dimensões sociais e culturais desta aprendizagem.

O Construtivismo Social, formulado por Ernest, critica o construtivismo piagetiano e neopiagetiano, denominado Construtivismo Radical, incluindo outras concepções de construtivismo, posições que compartilham uma noção principal de que o domínio social influencia o desenvolvimento individual de um modo formativo, em que o indivíduo constrói ou se apropria de significados em resposta às experiências nos contextos sociais.

Esta concepção é baseada nas ideias de Vygotsky, enfatizando mente, interação, conversação, atividade e contexto social, elementos que estão inter-relacionados num todo e indicam um largo espectro de implicações e aplicações para a sala de aula e para a pesquisa. Esta abordagem do construtivismo vê a subjetividade do indivíduo e a essência do social como indissoluvelmente conectados, de tal modo que a subjetividade humana é constituída tanto a partir de suas interações com os outros no contexto social quanto a partir dos processos individuais. Estes contextos sociais são formas de vida e jogos de linguagem compartilhados e a metáfora para mente e aprendizagem é a conversação, interação lingüística entre as pessoas. A conversação oferece um caminho poderoso para dar conta simultaneamente da ação mental e do conhecimento matemático.

Paul Ernest define três níveis de conversação: a conversação que se origina no nível interpessoal, é um dos modos básicos da interação humana; a conversação que se origina no nível cultural e que inclui os textos escritos, numa extensão da noção de conversação; a conversação como uma atividade interna e privada, intrapessoal que para Vygotsky, é a origem do pensamento. Todos os tipos, mesmo a conversação privada, referem-se a uma atividade socialmente construída, e a conversação socialmente situada tem importante papel na formação da mente.

Com esta fundamentação, pode-se pensar nas múltiplas variáveis que influenciam o processo de aprendizagem para além do triângulo professor-aluno-conteúdo. As ações das pessoas, os significados e propósitos mobilizados nas suas atividades, suas visões subjetiva e pessoal, sua posição no contexto, suas concepções derivadas das experiências passadas, seus afetos e desejos, tudo participa no processo de aprendizagem. Além disso, o próprio pensamento é produzido pela motivação, isto é, pelas necessidades, interesses e emoções.

Como se ensina?

> *"... a parallel exists between the falibilist conception of mathematics... and the humanistic image of mathematics promoted by modern progressive mathematics education, as accessible, personally relevant and creative."*
>
> (ERNEST, 1996, p. 3)

Esta é a pergunta mais freqüente, formulada pelo professor. Qual é a melhor maneira de ensinar? Qual deve ser o papel do professor na sala de aula?

Existe uma posição filosófica largamente aceita que afirma a relação entre a pedagogia matemática adotada pelo professor e sua filosofia a respeito da matemática e da aprendizagem, a partir da ideia de que toda filosofia tem suas conseqüências na prática e toda prática se justifica em alguma filosofia.

Nessa linha, a metáfora da conversação e a visão falibilista de Matemática sugerem que o método básico de produção do conhecimento matemático consiste em pesquisar e discutir soluções para problemas de todos os níveis. E a concepção construtivista de aprendizagem contribuiu para explicitar os limites das estratégias de ensino que atribuem um papel dominante ao que o professor fala.

Paul Ernest demonstra, com resultados da pesquisa empírica, que relação filosofia e prática é complexa e não determinística. Não existe necessariamente uma implicação lógica direta entre a concepção de Matemática do professor e sua prática docente. Não é possível concluir que um professor com concepções absolutistas necessariamente optará por uma pedagogia de transmissão direta ou que um professor com concepção falibilista optará pela resolução de problemas, pois nesta opção pedagógica entram em jogo, também, além de suas crenças e valores pessoais as imposições culturais, da escola, do sistema educativo e mesmo das famílias dos alunos. Contudo, é possível constar que, em escolas progressistas, a visão falibilista de Matemática e construtivista-social de aprendizagem está influenciando uma nova concepção de ensino. A Matemática tem sido ensinada e vivida como uma experiência pessoal, ativa, colaborativa, intuitiva, criativa, investigativa, cultural, histórica, relacionada com situações humanas, agradável, plena de alegria e de beleza.

Na perspectiva do Construtivismo Social, conhecimento tem uma ontogenia social e está intimamente ligado à experiência. Resolução de problemas e metodologia de projetos são opções atuais e bem justificadas teoricamente, para o ensino de Matemática.

Nessas opções, os estudantes são encorajados a propor ideias, incentivados a testar hipóteses por si mesmos, a tentar sugerir, generalizar e comparar métodos, e a procurar outros problemas da mesma natureza que já foram previamente resolvidos. A expectativa é que, o aumento do envolvimento e da participação tenha como conseqüência o aumento do prazer de aprender, fruto da percepção da relevância da Matemática para o problema

A aprendizagem ocorre com a conversação que não é apenas troca de informações. A sugestão consiste em salientar o respeito mútuo e a sinceridade entre professor e aprendiz; ouvir os aprendizes, demonstrar e sentir interesse por seus pontos de vista, suas concepções e suas construções de sentido; transformar o ensino numa conversação real, num verdadeiro dialogo onde existe respeito pela inteligência e espaço para a iniciativa do aprendiz; tratar questões e objetos reais de interesse mútuo e de benefício mútuo.

Paul Ernest afirma que, no ensino de Matemática, provavelmente o fator mais importante é a qualidade das relações professor-aluno. Além disso, enumera outros fatores, tais como a variedade e a riqueza dos desafios matemáticos e dos projetos, o aumento gradativo das demandas cognitivas e o deslocamento das atividades individuais para as atividades coletivas, em que haja compartilhamento das idéias.

O autor traz à tona a perspectiva da "Educação Matemática Critica", segundo a qual os estudantes devem ser capazes de pensar matematicamente e de usar o conhecimento e as habilidades matemáticas em suas vidas, para ascender nas redes de poder, tanto pessoalmente como cidadãos tanto para apreciar o papel da matemática na historia, na cultura e no mundo contemporâneo. Educação Matemática Critica enfatiza a apreciação da Matemática assim como a capacidade de criticar seu uso social.

Nesta perspectiva, em termos de pratica escolar, a sugestão está na inclusão de discussões, dor conflito de opiniões e pontos de vista, bem justificadas, do questionamento e da negociação de conteúdos e metas compartilhadas. Materiais de aprendizagem incluem projetos de relevância social e dados autênticos. Acomodam a diversidade social e cultural e usam fontes culturais locais. Entretanto, a abordagem deve também honestamente e abertamente se preocupar com os objetivos instrumentais e de vida, dos aprendizes, em termos de habilidades necessárias e aprovação em exames e testes.

Com esta fundamentação, pode-se elaborar uma concepção de ensino-aprendizagem e do papel do professor, com base nas noções de grupo cultural e de zonas de interesse. Neste quadro, cabe a ele conhecer o aluno e o contexto da comunidade escolar, detectar zonas de interesse e motivação para, a partir daí, criar situações de ensino interessantes, que facilitem a aprendizagem. O professor ocupa seu lugar central no processo de ensino/aprendizagem, ao buscar o novo, junto com os alunos, conhecer o aluno, em suas características culturais e sociais, reunir, junto com eles, estratégias de compreensão do mundo e estimulá-los no desenvolvimento desta compreensão,

Considerações finais

> *"The pupil's view of mathematics is likely to be influenced by parental, peer and societal views of mathematics… However, the major influence is undoubtedly the pupil's learning experiences."*
>
> (ERNEST, 1981, p. 558).

Este texto foi preparado para auxiliar o professor pesquisador na sua tarefa de propor intervenções na escola que venham a contribuir para a melhoria do ensino. Este se encontra em crise, e um dos indicadores da crise é a imagem pública da Matemática tida como um conhecimento rígido, fixo, lógico, absoluto, não humano, frio, objetivo, puro, abstrato, remoto e ultrarracional Esta imagem aparece estreitamente relacionada com uma concepção absolutista de Matemática como ciência a-temporal, a-histórica, isolada, universal e neutra.

As opções teóricas de Paul Ernest iniciam-se propondo a mudança desta visão para, a partir daí, repensar aquilo que se sabe sobre ensino e aprendizagem.

Pesquisa, ensino e aprendizagem de matemática têm como base a conversação. Matemática é construção humana, linguagem, pensamento, conceitos e técnicas criadas a partir do mundo, para auxiliar na compreensão do mundo. Ensina-se para desenvolver o *"empowerment"* e a apreciação pela matemática. Ensina-se envolvendo os alunos em atividades interessantes e a aprendizagem ocorre na discussão, interação e troca de ideias.

Mas qualquer diálogo nasce de um tema de interesse dos participantes, e, nesta perspectiva, cabe ao professor conhecer e reconhecer seus alunos, para identificar estes temas. Como fazer isto?

Minha sugestão, aos professores pesquisadores, é um referencial para pesquisa que denomino Modelo do Interesse (CARNEIRO, 2007). A questão norteadora, numa pesquisa inspirada neste modelo é: Quais são os interesses dos meus alunos que podem dar início a uma atividade de ensino e aprendizagem de Matemática?

A ideia é construir e experimentar propostas de ensino em torno das habilidades e conceitos da Matemática que emergem – e são úteis e necessárias – das práticas sociais relacionadas com zonas de interesse. O objetivo maior é disponibilizar para os alunos recursos para transitar melhor no seu meio e responder melhor aos desafios que se apresentam, ou seja, o *"empowerment*" matemático e social..

Este pode ser um caminho para as iniciativas de renovação curricular e para novas relações na sala de aula. O currículo pode ser estruturado em termos do grupo social. As atividades podem ser organizadas valorizando a motivação, o interesse, o desejo e a vontade.

Estas são as fontes primárias de qualquer aprendizagem.

Referências

ANDRÉ, Marli (Org.). **O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2006.

CARNEIRO, Vera Clotilde Garcia. **Contribuições para a formação do professor de Matemática pesquisador**. 2007. (Pre-print)

CURY, Helena. **As concepções de Matemática dos professores e suas formas de considerar erros dos alunos**. 1994a. 276p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994a.

ERNEST, Paul. Philosophy, mathematics and education. International **Journal of Education, Science and Technology**, v. 20, n. 4, p. 555-559, 1989.

_____. The nature of mathematics and teaching. **Philosophy of Mathematics Education Journal,** n. 9, 1996. Disponível em: <http://www.ex.ac.uk/~Pernest/pome/pompart7.htm>.

_____. What is Social Constructivism in the psychology of mathematics education. **Philosophy of Mathematics Education Journal,** n. 12, 1999a. Disponível em: <http://www.people.ex.ac.uk/PErnest/>.

_____. Is Mathematics discovered or invented. **Philosophy of Mathematics Education Journal**, n. 12, 1999b. Disponível em http://www.ex.ac.uk/~Pernest/

_____. Why teach mathematics? In: WHITE, John; BRAMALL, Steve. **Why learn Maths?** London: London University Institute of Education, 2000. Disponível em <http://www.ex.ac.uk/~Pernest/why.htm>.

_____. Empowerment in Mathematics Education. **Philosophy of Mathematics Education Journal**, n. 15, 2002. Disponível em: <http://www.ex.ac.uk/~Pernest/>.

_____. Conversation as a metaphor. **Philosophy of Mathematics Education Journal**, n. 17, 2003. Disponível em: <http://www.ex.ac.uk/~Pernest/>.

_____. What is the philosophy of Maths Education? **Philosophy of Mathematics Education Journal**, n. 18, 2004. Disponível em: <http://www.ex.ac.uk/~Pernest/pome18/PhoM>.

FAZENDA, Ivany. A formação do professor-pesquisador – 30 anos de pesquisa. **Revista E-Curriculum**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2005. Disponível em: <http://www.pucsp.br/ecurriculum>. Acesso em: 09 dez. 2006.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em Educação Matemática**. Campinas: Autores associados, 2006. 224p.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino de Matemática no Brasil. **Revista Zetetike**, Campinas, n. 4, p. 1-37, 1995.

GARNICA, Antonio Vicente. Filosofia da Educação Matemática: uma reflexão sobre a prática pedagógica. **Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática** (VI ENEM). São Leopoldo, UNISINOS, 1998. p. 45-48.

IMENES, L.M. Um estudo sobre o fracasso do ensino e da aprendizagem da Matemática. **Bolema**, UNESP-Rio Claro, n. 6, 1990, p. 21-27.

KILPATRICK, Jeremy. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a Educação Matemática como campo profissional e científico. **Revista Zetetike**, v. 4, n. 5, p. 99-119, 1996.

LÜDKE, Menga. O professor, seu saber e sua pesquisa. **Educação e Sociedade**, v. 22, n. 74, p. 77-96, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/cgi-bin/wxis.exe/iah/>. Acesso em: 09 dez. 2006.

_____. A complexa relação entre o professor e a pesquisa. In: ANDRÉ, Marli (Org.). **O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores.** 5. ed. Campinas: Papirus, 2006. p. 27-54.

ZEICHNER, Kenneth. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, Corinta; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elisabete M. (Org.). **Cartografia do trabalho docente:** professor(a)-pesquisador(a). Campinas: Mercado de Letras, 1998. p. 207-236.