

A INVESTIGAÇÃO HISTÓRICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

*THE HISTORICAL INQUIRY IN THE FORMATION OF
MATHEMATICS TEACHERS*

Iran Abreu Mendes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

RESUMO

Neste artigo discuto a importância da investigação em história da Matemática na formação de professores de Matemática, a partir de ações didáticas realizadas na formação continuada de professores da Educação Básica. Após identificar algumas dificuldades conceituais acerca da Matemática ensinada pelos professores, tomei a história da Matemática como organizador didático e conceitual da Matemática escolar, tomei a investigação histórica da Matemática como um modelo de ensino de Matemática para os professores da Educação Básica. Ao final do estudo, percebi que os textos e as atividades elaboradas contribuíram para a melhoria da prática desses professores nas ações didáticas de sala de aula.

Palavras-chave: História da Matemática. Investigação Histórica. Formação de Professores.

ABSTRACT

In this article I discuss the importance of the inquiry into the history of Mathematics to the formation of Mathematics teachers, starting from didactic actions carried out on the continued education of teachers of Basic Education. Following the identification of a few conceptual difficulties concerning the Mathematics taught by the teachers, I considered the history of Mathematics as a didactic and conceptual organizer of school Mathematics, and I also considered the historical inquiry of Mathematics as a model of Mathematics teaching for the teachers who work with Basic Education. At the end of the study, I noticed that the texts and the activities that were prepared contributed to the improvement of those teachers' practice regarding classroom didactic actions.

Keywords: History of Mathematics. Historical inquiry. Teacher formation.

Introdução

Neste artigo, abordo as possibilidades de uso da investigação histórica como um reorganizador didático e conceitual¹ da Matemática escolar na formação inicial e continuada de um grupo de professores de Matemática. Nesse sentido, discuto uma experiência de formação continuada de professores que atuam na Educação Básica, com base no uso da investigação em história da Matemática e suas relações com o desenvolvimento epistemológico e didático da Matemática. A partir de um estudo exploratório sobre as dificuldades conceituais e didáticas desse grupo, elaborei materiais de ensino para uso no aprofundamento conceitual e didático dos participantes do estudo, em um curso de formação continuada centrado na investigação em história da Matemática como um elemento reorganizador didático e conceitual da Matemática escolar, visando superar algumas dificuldades encontradas por esses professores em suas aulas de Matemática.

O principal eixo norteador deste estudo foi a investigação em história da Matemática como desencadeador da aprendizagem na formação continuada de professores de Matemática. A referida formação continuada foi concretizada na realização de cursos de aperfeiçoamento cujos atos pedagógicos centraram-se na investigação de textos de história da Matemática como um elemento reorganizador cognitivo da Matemática escolar ensinada por esses professores. Minha meta, com este estudo, foi ampliar o foco de abordagem pedagógica da história da Matemática, já estabelecido por mim e por outros estudiosos sobre o tema tais como são evidenciados em outros trabalhos, como Mendes (1997; 2001a; 2001b; 2004; 2007); Miguel (1993); Miguel e Miorim (2004); Fauvel e Maanen (2000), entre outros.

Minha finalidade principal foi analisar as possibilidades cognitivas evidenciadas a partir da investigação em história da Matemática na formação continuada de professores de Matemática. Tomei, para isso, a elaboração e utilização de textos de história da Matemática como ele-

mento de superação das dificuldades encontradas por professores de Matemática com relação aos conteúdos que ministram em suas salas de aula. Esse processo de formação continuada objetivou discutir aspectos conceituais relativos à Matemática escolar, tomando como referência as informações históricas sobre tais conceitos, tendo em vista a elaboração e verificação das possibilidades didáticas adequadas ao uso de uma abordagem histórica para o ensino de Matemática, que contribua com a melhoria do ensino-aprendizagem da Matemática escolar.

Durante a realização do estudo, diagnosei as dificuldades conceituais do grupo de professores de Matemática com relação aos tópicos matemáticos ensinados por eles, de modo que se tornasse possível elaborar e propor uma ação pedagógica centrada no uso da história da Matemática como um reorganizador cognitivo capaz de justificar as origens e os porquês matemáticos dos conteúdos ensinados na escola. A perspectiva de formação continuada desses professores, certamente, contribuiu para que eles desenvolvam suas atividades docentes junto às suas turmas sob um enfoque mais investigativo e problematizador da Matemática escolar. Além disso, considero possível que esse exercício de recriação da história da Matemática contribuiu para que os professores refletissem acerca das estratégias cognitivas criadas ao longo da história da humanidade para explicar e compreender os mesmos fatos matemáticos praticados pela sociedade ou criados por ela.

Sobre um modelo centrado na investigação histórica

Em todo o processo de formação continuada dos professores, considereirei adequado o uso de atividades didáticas que favorecessem a interatividade entre o sujeito e o seu objeto de conhecimento, sempre em uma perspectiva contextualizadora de conexão entre os aspectos cotidiano, escolar e científico do conhecimento. Por isso, considereirei, também, a possibilidade dialógica das componentes de uma atividade, como o material manipulativo, as orientações orais e escritas e o diálogo estabelecido durante todo o processo ensino-aprendizagem, etc.

No modelo didático de investigação histórica utilizado na formação dos professores, as atividades devem ser elaboradas a partir de um

¹ Neste artigo a investigação em história da Matemática é tomada como um reorganizador didático, no sentido de oferecer subsídios epistemológicos para que o professor possa organizar de forma mais esclarecedora as suas atividades docentes quando colocadas em prática no ensino básico. Neste caso, a investigação é tomada como um procedimento didático que poderá conduzir o professor e os aprendizes a um processo mais criativo, desafiador e produtivo na sala de aula, tendo a história como objeto exploratório.

diálogo conjuntivo entre as ideias Matemáticas desenvolvidas e organizadas historicamente e a perspectiva investigatória que caracteriza a construção do conhecimento. É nessa aliança integrativa que as atividades investigatórias imprimem maior significado à Matemática escolar, pois o conhecimento histórico pode estar implícito nos problemas suscitados na atividade ou explícito nos textos e problemas históricos resgatados de fontes primárias (textos originais, documentos ou outros artefatos históricos) ou secundárias (informações de livros de história da Matemática ou de livros paradidáticos). Entretanto, o princípio que dá a dinâmica vital às atividades históricas para que elas se constituam em um processo ativo-reflexivo vem dos pressupostos referentes à investigação como um meio de construção da Matemática.

O modelo didático apoiado na investigação histórica pressupõe a participação efetiva do aluno na construção de seu conhecimento em sala de aula como um aspecto preponderante nesse procedimento didático. Afirmo, com isso, que a construção do conhecimento cotidiano, escolar e científico ocorre nas relações interativas entre as partes integrantes do processo, tal como entre o professor e os estudantes e entre os estudantes, que podem ser integradas nas investigações históricas de sala de aula. As informações históricas da Matemática, portanto, devem ser utilizadas sob a performance de atividades investigatórias, voltadas à aprendizagem da Matemática escolar.

O procedimento didático adotado para esse exercício cognitivo prioriza as experiências práticas e/ou teóricas vivenciadas pelos estudantes e orientadas pelo professor, a fim de formular conceitos e/ou propriedades e interpretar essas formulações, visando aplicá-las na solução de problemas práticos que assim o exijam. É importante prever uma ação didática centrada na experiência direta, com situações naturais ou provenientes do conteúdo histórico, pois a investigação pressupõe o emprego de princípios aprendidos atuando na busca de resposta para as novas indagações, visto que a base cognitiva é centrada nas estratégias de conhecimento de quem investiga.

A maneira pela qual proponho a investigação histórica em sala de aula desponta progressivamente como uma contribuição decisiva para o exercício de uma prática reflexiva em Educação Matemática. Tal exercício didático se efetiva à medida que o princípio construtivo é explorado

na provocação da curiosidade expressa no contexto histórico da Matemática. É nesse movimento que as atividades se tornam fontes de motivação e geração da Matemática escolar.

Tal prática ocasiona uma aprendizagem caracterizada pela compreensão relacional da Matemática aprendida na sala de aula. Para que isso se efetive é necessário buscar no material histórico existente todas as informações úteis à realização das atividades. Surge, porém, nesse momento uma questão: Como conduzir esse processo? Esse questionamento se resolve quando fazemos uma reflexão acerca da necessidade de buscarmos a investigação histórica como meio de reconstrução da Matemática produzida em diferentes épocas e contextos socioculturais.

Minha concepção acerca da investigação histórica parte do princípio de que as experiências manipulativas ou visuais do aluno contribuem para que se manifestem nele as primeiras impressões do conhecimento apreendido durante a interação sujeito-objeto vivenciada na produção do conhecimento (saber-fazer). Essas primeiras impressões devem ser comunicadas na forma de verbalização, ou seja, pela expressão oral do aluno em sala de aula, pelas discussões entre os colegas, num processo de socialização das ideias apreendidas. Esse movimento de profunda ação-reflexão implica a necessidade de representação dessa aprendizagem por meio da simbolização (representação formal através de algoritmos sistematizados, fórmulas, etc.), visto que a mesma evidencia o grau de abstração no qual o aluno se encontra com relação ao conhecimento construído durante a atividade (nível de representação: intuitiva – algorítmica – formal).

Esses níveis de representação referem-se às concepções de Fishbein (1987), segundo as quais, há três componentes na atividade Matemática: 1) o *intuitivo*, no qual a Matemática não se liberta das suas raízes humanas, embora possua processos de abstração extremamente sofisticados. Desse modo, é importante discutirmos o caráter imaginativo do raciocínio matemático, da visualização e de todas as vivências humanas, bem como do caráter biológico da aprendizagem; 2) o *algorítmico*, que permite a adaptação do pensamento aos procedimentos problemáticos propostos na prática, treino sistemático ao qual o aluno é sujeito. Favorece assim a mecanização (memorização) do conhecimento. Depende de uma construção prévia acerca do conceito apre-

endido e de uma contextualização (situação problemática) do assunto aprendido; e 3) o *formal*, no qual os conceitos matemáticos são expressos por meio de proposições que consideramos adaptáveis a todas as circunstâncias – muito presente nos livros didáticos tradicionais, onde é considerada uma forma avançada de conhecimento, transformando-se em um modo de ensinar Matemática. Há necessidade de uma contextualização para que a componente formal seja significativa para o sujeito cognoscente.

A criatividade do professor é muito importante para que a investigação histórica proposta desperte a imaginação, a curiosidade e o interesse desafiador dos alunos, de modo a motivá-los durante todo o processo investigatório previsto. A linguagem utilizada no planejamento da investigação, no registro e na organização das informações Matemáticas a serem aprendidas, deve ser clara e concisa para que possa ser compreendida por todos os envolvidos nas atividades de sala de aula durante as discussões acerca do conhecimento investigado.

O conteúdo histórico deve ser o elemento provocador da investigação e gerador da Matemática a ser explorada nas discussões de toda a classe, pois se constitui um fator esclarecedor dos porquês matemáticos tão evidenciados pelos estudantes de todos os níveis de ensino. É dessas informações que o professor pode abordar os aspectos cotidiano, escolar e científico da Matemática junto aos estudantes, desde que os questionamentos e orientações sejam bem explorados e elaborados pelo professor. É nele que devemos enfatizar os fatos e problemas que, ao longo da história da humanidade, provocaram a indagação e o empenho humano visando a sua organização sistemática e disseminação até o modelo atual.

A habilidade de se organizar em etapas para a realização da investigação poderá se desenvolver nos alunos, desde que o professor seja o principal artesão dessa ação, pois cabe a ele a exploração de todas as possibilidades de improvisação e bricolagem² que possam minimi-

²Palavra derivada do termo francês *bricoleur*, e muito utilizada pelo antropólogo Claude Lévi-Strauss para explicar a habilidade do artesão em utilizar diferentes objetos de que dispõe, de modo a produzir uma nova peça. Este termo é usado aqui para explicar a possibilidade que se reutilizar objetos para produzir mecanismos práticos que podem ser úteis na realização das atividades a serem desenvolvidas em sala de aula. Mais detalhes, cf. LÉVI-STRAUSS, Claude. *O pensamento selvagem*. Campinas: Papirus, 1989.

zar as dificuldades existentes durante o processo investigatório na sala de aula ou fora dela. É imprescindível que o professor seja ousado e criativo, pois é assim que poderá criar, em sala de aula, um ambiente investigativo que favoreça o desenvolvimento da imaginação e da criatividade de Matemática dos estudantes.

Quanto aos procedimentos de orientação dos estudantes, a investigação histórica deve ser encaminhada em etapas que conduzam os estudantes à elaboração e testagem de hipóteses, formulação de explicações e demonstrações referentes ao conteúdo investigado historicamente. É importante que se use uma linguagem simples e direta, pois assim será possível dar aos estudantes liberdade para explorarem as situações desafiadoras propostas e testá-las, buscando o conhecimento previsto em cada uma das atividades.

Quanto aos desafios previstos para serem abordados na investigação histórica, os mesmos devem ser bem atrativos e provocadores, de modo a despertar a curiosidade dos estudantes, estimulando-os à problematização. Esses aspectos desafiadores geralmente estão presentes em textos históricos originais ou mesmo de fontes secundárias como os livros de história da Matemática, livros didáticos antigos, paradidáticos e aqueles que se apresentam na forma de romances matemáticos, como os trabalhos de Malba Tahan, Amir O. Aczel, Leonard Mlodinow, Eli Maor, Gilles Gaston Granger, Bulent Atalay, Mario Livio, David Leavitt, entre outros.

Quanto ao exercício de sistematização e formalização do conhecimento gerado durante a investigação histórica, o professor deve orientar seus alunos para que organizem sua sequência contínua de ações problematizadoras de tal forma que os leve à formalização das ideias Matemáticas construídas ao longo do problema estabelecido e solucionado de acordo com as informações históricas investigadas. O professor deve perceber o momento mais adequado para esse exercício de sistematização e formalização do conhecimento, visto que o manuseio das componentes intuitiva, algorítmica e formal, presentes na investigação, oportuniza o processo de abstração Matemática dos estudantes e possibilita a avaliação dos níveis de abstração nos alunos. Isso porque admito que eles expressem sua representação mental por meio dessas três componentes que se constituem na expressão simbólica do pensamento matemático.

É prudente pensarmos nessas atividades investigatórias, considerando a possibilidade de uso dos aspectos mais criativos dos tópicos presentes em livros didáticos de Matemática, para dar ao estudante o prazer de exercitar a formalização Matemática com bastante significado. Isso ocorrerá se aliarmos as experiências manipulativas e os desafios e problemas resgatados da história ao poder de generalização que os mesmos podem ter. Daí será possível estabelecermos um elo entre o concreto e o formal por meio da investigação. É nessas investigações que os estudantes poderão exercitar plenamente a sua capacidade de “compreensão relacional” (SKEMP, 1976; 1993) para ver e viver a Matemática sob os aspectos cotidiano, escolar e científico. Além disso, terão a oportunidade de desenvolver habilidades investigatórias cujo princípio educativo é fazer com que o aluno se torne autônomo e busque na sua própria experiência a compreensão e a explicação própria do mundo, visando dialogar com o que lhe foi apresentado pela história.

Outra modalidade de investigação, a ser desenvolvida em sala de aula, é a exploração de situações-problema e explicações Matemáticas existentes em livros didáticos antigos. Trata-se de localizar nesses livros as situações-problema ou explicações matemáticas emergentes de diversas situações históricas da Matemática ou de outra atividade social, de modo que as mesmas sejam tomadas como eixos geradores da compreensão relacional a ser alcançada pelos estudantes durante as aulas de Matemática. Na maioria das vezes, são constituídos de fatores contextualizadores de uma realidade na qual o estudante possivelmente pode se apoiar para transpor algumas dificuldades encontradas na compreensão instrumental objetivada pelo professor durante as aulas introdutórias do assunto abordado.

É por meio dessas problematizações que o professor pode levar seus alunos a um nível de representação simbólica das ideias matemáticas apreendidas na experiência direta e nas discussões com os colegas, bem como favorecer a fixação do conhecimento matemático construído durante o desenvolvimento das atividades anteriores. As explorações desses problemas e exercícios evidenciarão os conceitos e seus significados, pois os exercícios tradicionais deixam de fazer sentido para os

estudantes se não estiverem revestidos de relações históricas e sociais (a cultura, a ciência e a tecnologia) que têm uma grande importância na compreensão e explicação da realidade construída pelos estudantes.

Benefícios alcançados pela investigação histórica nas aulas de Matemática

A investigação histórica nas aulas de Matemática pode contribuir para que os estudantes se familiarizem com o uso de referências bibliográficas como agente de compreensão do desenvolvimento histórico-epistemológico da Matemática, além de ganharem autonomia para trabalhar de maneira independente na construção de sua própria aprendizagem, desenvolverem o espírito investigatório bem como habilidades de organizar, analisar e apresentar os resultados de seus projetos de pesquisa por meio do exercício de comunicação oral de suas ideias, apresentação visual e escrita.

O aprofundamento matemático dos estudantes pode também ser verificado no exercício da investigação histórica, certamente ampliando seu conhecimento acerca dos tópicos investigados e dos eventos relacionados à construção Matemática, o que favorece o aprendizado da Matemática por meio do seu desenvolvimento histórico, oportunizando-lhes uma aproximação interdisciplinar da Matemática e suas conexões com outras disciplinas.

Na preparação do projeto investigatório em história da Matemática na sala de aula, os estudantes poderão desenvolver sua criatividade e seu senso de propriedade³, pois assim todos tenderão a assumir um papel ativo na sua própria aprendizagem, envolvendo-se profundamente na formulação das ideias matemáticas pesquisadas, passando a se sentir como descobridores de cada tópico investigado.

Além dos benefícios já mencionados anteriormente, os estudantes desenvolverão sua autoconfiança de forma crescente e amadurecida, principalmente nos momentos de investigação e na socialização de suas experiências com os outros colegas envolvidos no processo investi-

³O senso de propriedade refere-se à habilidade pessoal que cada indivíduo tem de perceber a sua forma de criar mecanismos cognitivos para indagar-se, compreender, explicar os processos de funcionamento das coisas.

gatório em sala de aula. Isso implicará formar estudantes mais criativos e capazes de encorajar-se na demonstração dos princípios matemáticos percebidos durante a investigação histórica. Isso certamente evidenciará a natureza viva e globalizante da Matemática incluída na investigação, por meio de conexões entre a Matemática e outras disciplinas acadêmicas que podem fornecer ligações entre o contexto externo e a sala de aula.

O uso da investigação histórica nas aulas de Matemática envolve tanto o exercício e a expressão da subjetividade como da objetividade de quem o pratica. Esses dois aspectos ficarão evidentes de forma mais ampla ou não, de acordo com os critérios utilizados por quem o desenvolve e o avalia. Logo, cabe ao professor conduzir as orientações aos estudantes para que todos passem a identificar tanto os aspectos objetivos como os subjetivos da investigação, tendo em vista estabelecer parâmetros quantitativos e qualitativos de validação dos resultados obtidos em cada etapa do exercício investigatório em história da Matemática.

Um dos aspectos importantes para se desenvolver uma investigação histórica refere-se aos aspectos biográficos e bibliográficos de alguns matemáticos, pois esse é um aspecto essencial para que os estudantes iniciantes percebam os caminhos da descoberta matemática. Vale ressaltar que nem sempre as histórias de vida sobre matemáticos famosos merecem plena credibilidade dos estudiosos em história da Matemática. Todavia, esse é o passo inicial para desenvolver nos estudantes a habilidade de duvidar e buscar conclusões na incerteza.

Outra maneira de tomar o caminho da investigação, principalmente com alunos mais amadurecidos, são as investigações temáticas. Nelas, o professor poderá conduzir o exercício da reconstrução histórico-epistemológica dos tópicos matemáticos que pretende ensinar aos seus alunos. Esse tipo de investigação histórica pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades para a pesquisa, organização, análise e apresentação oral e escrita de trabalhos acadêmicos, além da capacidade de aprender a aprender.

Sobre as orientações para a ação docente

Para iniciar as atividades investigatórias em sala de aula, o professor deve escolher alguns te-

mas matemáticos de interesse para o seu trabalho docente e fazer um pequeno levantamento do material bibliográfico a esse respeito. É importante, porém, pesquisar a vida dos matemáticos envolvidos, suas filosofias, convicções, prestando atenção particular às descobertas e contribuições matemáticas deles para o desenvolvimento do tema selecionado. Para isso, deve usar fontes da biblioteca, *internet*, jornais, dentre outras.

Em seguida, precisa decidir o nível de orientação a ser encaminhada para cada trabalho, conforme as finalidades previstas e as necessidades da turma, dependendo do tópico matemático a ser aprendido pelos estudantes. As ilustrações utilizadas nos trabalhos podem ser desenhadas pelos alunos, exploradas por alguns programas de computador ou extraídas de *home pages* da *internet*. Cada um deve escolher o meio a utilizar, mas nunca deve deixar de mencionar a origem das imagens, desenhos ou esquemas incluídos no seu trabalho final. Além disso, deve sempre citar todas as referências utilizadas, pois isso dará mais valor e veracidade ao estudo investigatório realizado.

É importante orientar a preparação de um trabalho final escrito, contendo sua reflexão sobre o tema investigado historicamente, incluir um resumo global dos livros pesquisados e mostrar o que foi aprendido na preparação e desenvolvimento da pesquisa. O trabalho escrito deve, ainda, evidenciar aspectos críticos de seus autores. Ao final, é imprescindível que se inclua todas as fontes utilizadas, as referências bibliográficas, iconográficas, videográficas, entre outras que se fizerem necessárias ao alcance dos objetivos previstos no projeto, pois assim o trabalho final certamente terá muito mais credibilidade de quem o apreciar.

Outro ato importante é esclarecer que a investigação histórica pode mostrar as principais contribuições dos matemáticos e as pessoas que se envolveram na construção e evolução da Matemática. Além disso, oferece ampla possibilidade de construir um processo de aprendizagem independente no qual o aluno explora, descobre, investiga e aprende sobre a Matemática, a sociedade e a cultura humana. Desse modo, poderá ser possível ao aluno, fazer conexões entre a Matemática e as outras disciplinas.

Há, entretanto, uma gama inesgotável de temas que poderão surgir durante o exercício da pesquisa histórica em sala de aula. O professor

deve ficar atento para perceber algumas possibilidades de exploração da criatividade dos estudantes, mesmo que, determinadas vezes, seja necessário reformular alguns dos temas apresentados por eles. Para que essa prática se torne possível, é preciso utilizar-se das mais diversas modalidades de investigação histórica na sala de aula como, por exemplo:

- Atividades manipulativas extraídas diretamente da história da Matemática;
- Atividades manipulativas adaptadas da história da Matemática;
- Desenvolvimento de projetos de investigação temática;
- Investigação de problemas históricos;
- Estudos de textos históricos adaptados de fontes primárias;
- Estudos de textos históricos extraídos de fontes primárias;
- Elaboração e utilização de vídeos baseados em textos históricos de fontes primárias ou secundárias.

Cada uma dessas modalidades de abordagem da investigação histórica nas aulas de Matemática requer do professor um pouco de conhecimento do nível de amadurecimento de seus alunos, do grau de aprofundamento do assunto a ser abordado em sala de aula e do nível de autonomia dos estudantes com a relação à busca da própria aprendizagem. Além disso, é necessário fazer um levantamento prévio do material a ser utilizado nas investigações, localização das fontes de pesquisa ou, se for o caso, a seleção de atividades a serem aplicadas junto a cada turma, de acordo com o tópico de aprendizagem matemática tomado como referência para o desenvolvimento da investigação histórica.

Podemos concluir, então, que a investigação em história da Matemática desenvolverá a perspicácia e o conhecimento do aluno sobre várias áreas matemáticas. Além disso, o estudo de vários tópicos matemáticos oferece múltiplas oportunidades para se aprender sobre outras áreas de conhecimento tão importantes quanto à Matemática e que nem sempre são discutidas pela escola, principalmente, nas aulas tradicionais de Matemática.

Sobre a experiência docente e seus procedimentos

O estudo realizado na formação continuada de professores foi desenvolvido por meio das seguintes etapas: 1) realização de uma pesquisa exploratória; 2) levantamento da produção bibliográfica sobre história da Matemática; 3) uso de textos e atividades produzidas na formação de professores; 4) investigação histórica e formação continuada de professores de Matemática; e 5) avaliação do material elaborado, conforme descrito a seguir.

Inicialmente, elaborei e apliquei um instrumento exploratório (questionário) junto a 300 professores de Matemática que atuam na Educação Básica, visando investigar as dificuldades conceituais e didáticas dos professores com relação aos tópicos matemáticos ensinados por eles. Nessa etapa, identifiquei as concepções, atitudes e experiências dos professores com relação ao uso da história da Matemática no seu desenvolvimento conceitual. Minha intenção foi obter informações para elaborar, propor e avaliar ações de formação continuada centradas na investigação histórica de tópicos matemáticos, que contribuíssem para que a superação das dificuldades conceituais e didáticas dos professores participantes da pesquisa.

Paralelamente a isso, fiz um levantamento da produção bibliográfica relacionada à história da Matemática publicada em língua portuguesa, para complementar um estudo que vinha desenvolvendo desde 1995, visando à elaboração de um catálogo sobre o tema. Além disso, organizei, adaptei ou traduzi alguns textos didáticos sobre história no ensino de Matemática para uso na formação continuada dos professores, visando à elaboração e/ou adaptação de atividades didáticas para uso posterior com os estudantes da Educação Básica.

O catálogo contém 150 publicações afins com o tema, no qual indico um sumário da cada livro, principais elementos a serem utilizados no desenvolvimento do conteúdo em sala de aula, bem como algumas sugestões de uso dos porquês matemáticos presentes nessas publicações. Com base no estudo realizado, concluí que o catálogo poderá constituir-se em um apoio para que os professores melhor se orientem na busca de fontes de pesquisa para esclarecimento dos porquês matemáticos a se-

rem explicados aos seus alunos. Além disso, o material poderá servir de guia para o desenvolvimento de pequenos estudos históricos a serem realizados por interessados no assunto.

A partir dos textos e das atividades elaboradas, desenvolvi um curso de aperfeiçoamento aos professores envolvidos no estudo, visando avaliar o grau de alcance da superação das dificuldades conceituais desses professores. Nessa fase, criou-se um ambiente de diálogo com os professores visando localizar as descontinuidades conceituais decorrentes de sua formação inicial, tendo em vista a superação dessas dificuldades por meio de um processo de formação continuada, no qual a história da Matemática se constituiu em um elemento enriquecedor dessa formação. Após uma análise qualitativa da situação, elaborei um plano de trabalho para a formação continuada dos professores envolvidos no estudo.

Os cursos de formação continuada de professores de Matemática ocorreram nas dependências de uma universidade pública, uma vez por semana, no horário matutino, durante um ano, correspondendo à carga horária de 120 horas-aulas. A avaliação do curso foi efetivada com base na análise das informações obtidas durante a realização do curso, bem como a partir de instrumentos aplicados ao final de cada etapa. Além disso, foi solicitado a cada participante um relatório avaliativo sobre a sua participação, aprendizagem e satisfação com relação ao curso, tendo em vista a verificação do grau de efetivação da proposta e da superação das dificuldades conceituais de cada participante.

Os resultados obtidos no estudo foram extremamente importantes para professores, estudantes do Ensino Básico, bem como aos futuros professores de Matemática. Os textos e as atividades que foram elaborados para utilização no curso e durante a realização do mesmo fazem parte das contribuições da pesquisa para que os professores possam avançar criativamente na sua prática de sala de aula. Ao final de cada etapa do curso, avaliei as atividades realizadas, a produção alcançada, bem como as dificuldades encontradas no desenvolvimento do estudo, visando estabelecer parâmetros de superação dos obstáculos encontrados em nosso estudo. A partir da análise dos resultados e das conclusões obtidas nas diferentes fases da pesquisa, foi possível verificar os níveis de crescimento do grupo envolvido, tomando como parâmetros de análise o trabalho

proposto e realizado com os participantes, bem como a tentativa superação das suas dificuldades conceituais do grupo.

A avaliação das potencialidades pedagógicas do material elaborado ocorreu durante a realização os referidos cursos, onde testei e avaliei algumas atividades para o ensino de Matemática, baseadas em textos históricos da Matemática, já produzidos em meus estudos anteriores. Durante os cursos, os professores envolvidos na pesquisa puderam usar ou reelaborar as atividades já existentes em nosso acervo, de modo a gerar um produto final a ser oferecido às escolas sob a forma de publicação.

Sobre o diagnóstico realizado junto aos participantes do estudo

O questionário aplicado aos professores foi dividido em duas partes: a primeira sobre os dados pessoais e profissionais e a segunda referentes às questões docentes e à auto-avaliação do professor, seguida de indagações acerca das dificuldades conceituais e didáticas e como a história poderia contribuir para a sua superação.

Nessa etapa do estudo, percebemos que 61% dos respondentes atuam em escolas públicas e 20% em escolas privadas. Os outros 19% atuam em ambas. Um grupo de 88% ensina somente Matemática e 10% ensinam tanto Matemática como outras disciplinas tais como Física e Química. Os 2% restantes, além de ensinar Matemática, também desenvolvem outras atividades como gestão escolar, entre outras.

Quanto aos níveis de ensino ao que pertencem, os resultados mostram que 51% dos professores atuam especificamente no Ensino Fundamental e 23% exclusivamente no Ensino Médio. Outros 20% atuam em ambos os níveis de ensino e 2% atuam tanto na Educação Básica quanto no Nível Superior. Os 4% restantes não responderam.

Quanto à formação acadêmica, 80% desses professores têm licenciatura em Matemática; 10% são formados em outros cursos como Engenharia, Ciências Contábeis e 8% têm formação tanto em Matemática como em outro curso da área técnica. Apenas 2% não responderam essa questão.

Em se tratando do tempo de atuação no magistério, 51% dos envolvidos na pesquisa atuam há menos de 10 anos enquanto 22% têm entre

11 e 20 anos de trabalho. 25% dos envolvidos, entretanto, têm entre 21 e 30 anos. Os outros 2% não responderam a essa questão.

Quando perguntados se já haviam cursado a disciplina de história da Matemática em algum momento de sua formação, 39% deles afirmam ter cursado na graduação, 24% em cursos de especialização ou aperfeiçoamento. Outros 33% garantem nunca ter estudado a disciplina ou mesmo esse assunto durante a sua formação acadêmica. Os 4% restantes disseram ter estudado em outros cursos como em cursos de extensão, minicursos de congressos ou outros eventos acadêmicos.

Na segunda parte do instrumento, identificamos se o professor já havia cursado a disciplina história da Matemática; se considerava importante esse conhecimento da história da Matemática na sua formação. Verificamos, ainda, se durante sua formação acadêmica, eles sentiram necessidade de estudar temas relacionados à história da Matemática; se há alguma relação entre os conteúdos matemáticos e a história desses conteúdos e qual a sua explicação. Investigamos se conheciam a história de algum conteúdo matemático e quais exemplos podiam dar, assim como se percebiam a presença da história da Matemática em livros didáticos de Matemática e se utilizavam a história da Matemática nas suas aulas e de que maneira faziam isso.

Por fim, pedimos a opinião deles acerca da contribuição da história da Matemática na melhoria da aprendizagem da Matemática abordada na escola. Solicitamos, também, que indicassem os conteúdos que gostariam de ter aprofundamento, principalmente, considerando as dificuldades em ensinar tais conteúdos e de que modo a história de Matemática poderia contribuir para um melhor desenvolvimento conceitual e consequentemente trazer maiores benefícios para o ensino-aprendizagem dos alunos.

Com relação à importância de conhecer a história da Matemática na formação dos professores de Matemática, todos os sujeitos envolvidos na pesquisa garantiram que tal conhecimento é “importantíssimo” ou “de fundamental importância” para a formação deles pois

[...] através deste instrumento valioso é possível conhecer com maior profundidade a obra de matemáticos importantes. É possível ver e observar como eram tratados os conteúdos matemáti-

cos na época. Com esse conhecimento fica mais fácil o professor trabalhar o aluno. (dados de entrevista)

Outros afirmam, ainda, que

[...] precisamos associar os conteúdos trabalhados com os fatos históricos que lhes deram origem pois na Matemática nada aconteceu por acaso, [ou seja], tendo conhecimento de fatos históricos, fica muito mais fácil transmitir determinados assuntos da Matemática, principalmente nas séries do ensino fundamental [em que] o aluno tem muita curiosidade em saber mais. [É] a partir dos conhecimentos históricos podemos construir ou reconstruir uma nova forma de pensar. [A história da Matemática] fornece a fundamentação necessária ao ensino da Matemática. (dados de entrevista)

Há, entretanto, aqueles que afirmam ser o conhecimento da história da Matemática importante para situar os alunos na história e na compreensão da evolução do raciocínio matemático em cada situação vivenciada, ou porque dá ao professor uma nova visão a respeito dos tópicos matemáticos a serem ensinados.

Há, porém, aqueles cuja concepção é de que

[...] a história da Matemática é apenas mais uma ferramenta no ensino da Matemática, visto que o professor precisa dar aula de maneira prazerosa e para isso precisa saber da história da Matemática. Isso significa que os conteúdos ficam mais interessantes quando sabemos sua origem [ou seja], a história da Matemática realça uma aula de Matemática e mostra que a Matemática não veio do acaso e sim da causa. [Além disso], o conhecimento histórico facilita o entendimento da importância da Matemática para os dias atuais. (dados de entrevista).

Quanto aos textos produzidos para uso com os professores

Os textos temáticos para uso da história da Matemática com os professores focaram os tópicos de números, equações, funções, logaritmos, geometria e trigonometria, pois esses foram os mais apontados no estudo exploratório realizado na primeira etapa do estudo. Além disso, estamos organizando algumas atividades para o ensino de

números, equações, funções e logaritmos, por considerarmos que as mesmas podem desencadear a aprendizagem desses conceitos pelos professores, assim como servir de material para o seu uso em sala de aula. Concluímos, também, a elaboração do catálogo com indicações de leituras sobre o tema, considerando-o como um guia de orientação para os estudos posteriores que os professores poderão fazer (cf. MENDES, 2007).

Para apoiar toda a formação, elaboramos um texto com reflexões teóricas sobre o tema a ser utilizado tanto com os professores envolvidos no estudo como com estudantes de graduação e pós-graduação em Educação Matemática. Além disso, traduzimos alguns textos sobre história das funções, equações e logaritmos, uma vez que puderam contribuir para a ampliação da formação dos graduandos e pós-graduandos envolvidos na pesquisa, bem como dos professores que participaram da formação continuada.

A respeito do curso de formação continuada

O curso teve como principal finalidade fornecer aos professores a oportunidade de buscar na história da Matemática subsídios históricos para a superação de suas dificuldades conceituais e didáticas, de modo a preencher as lacunas de sua formação docente ou conhecer novos resultados de estudos recentes dos pesquisadores em História da Matemática e Educação Matemática. A leitura e discussão de alguns dos documentos atuais elaborados acerca do uso pedagógico da história da Matemática bem como as atividades voltadas ao ensino de alguns tópicos matemáticos, que têm seu apoio nas informações históricas da Matemática, certamente contribuíram para a formação didática desses professores.

O curso foi oferecido aos professores do Ensino Fundamental e Médio que participaram da pesquisa exploratória inicial realizada por nós. Todavia, algumas vagas remanescentes foram distribuídas para alunos do curso de licenciatura em Matemática da universidade que estão entre o quinto e o nono semestre de formação.

De um modo geral, o conteúdo do curso abordou aspectos da história da Matemática e suas possibilidades didáticas a partir dos seguintes tópicos:

1. História da Matemática como agente de cognição na sala de aula
 - História da Matemática como recurso pedagógico;
 - História da Matemática na formação de professores;
 - História no ensino da Matemática em atividades didáticas.
2. Tópicos de história da Matemática para professores
 - Desenvolvimento histórico do conceito de número e dos sistemas de numeração;
 - História da geometria e trigonometria;
 - Desenvolvimento histórico das equações algébricas e os métodos de resolução;
 - Breve história dos logaritmos e das funções.
3. Elaboração de atividades para a sala de aula
 - Seleção de temas matemáticos abordados no ensino fundamental e médio;
 - Investigação dos temas e elaboração de textos e atividades para a sala de aula;
 - Apresentação das atividades de forma oral e escrita no final do curso.

O procedimento avaliativo do curso consistiu na investigação, realização e apresentação de trabalhos escritos e na forma oral, complementado com avaliação final escrita, momento em que os participantes fizeram uma avaliação do trabalho realizado. Além disso, a assiduidade e o empenho dos participantes nas discussões também se constituíram em critério de avaliação.

O curso foi avaliado a partir das informações fornecidas pelos participantes bem como pelo material produzido por eles. De posse de todo o material relativo aos cursos e ao estudo como um todo, elaboramos um relatório contendo todas as informações sobre a investigação e a ação pedagógica desenvolvida. Além disso, organizamos uma coletânea de atividades desenvolvidas por nós e pelos professores envolvidos no estudo, para que a mesma fosse distribuída nas escolas da rede de ensino participantes, pois assim poderão ser usadas por outros professores que não fizeram parte desse estudo (cf. MENDES, 2007).

As perspectivas futuras

Minhas experiências suscitaram reflexões acerca do uso investigatório da história da Matemática na formação de professores, apontando para a sua implementação na sala de aula, principalmente, como um princípio unificador dos aspectos cotidiano, escolar e científico da Matemática. Nessa perspectiva, as atividades histórico-investigatórias elaboradas, adaptadas e utilizadas na formação de professores, podem ser propostas para os estudantes da Educação Básica, pois se mostraram como uma fonte de geração do conhecimento matemático escolar, ou seja, podem contribuir significativamente para a melhoria de sua aprendizagem da Matemática em sala de aula.

Nelas, fica evidente que é possível relacionar o contexto histórico-constutivo da Matemática com a construção cotidiana e escolar desse conhecimento hoje. Nesse sentido, afirmo ser fundamental valorizar e adaptar as informações históricas às necessidades dos alunos, visando ao melhor uso da história como recurso de ensino-aprendizagem da Matemática.

Algumas relações entre a construção, a acumulação, a institucionalização e a difusão da Matemática (conhecimento cotidiano, escolar e científico) foram evidenciadas por meio das atividades históricas propostas utilizadas na formação dos professores, culminando com a melhoria da sua formação conceitual e didática.

A partir da experiência vivenciada com os professores em formação e com base nas informações fornecidas pelos participantes da pesquisa, considero que houve uma grande receptividade dos grupos com relação a nossa proposta. Todavia, é necessária uma reflexão mais profunda e detalhada acerca do trabalho realizado e da produção gerada no mesmo. É importante valorizar os pontos de vista dos grupos envolvidos no estudo, além das minhas considerações a esse respeito.

É possível, portanto, concluir que a história da Matemática pode assumir uma função estruturadora do ensino da Matemática na qual os professores sistematizarão os conteúdos matemáticos previstos no seu plano de ensino por meio da investigação histórica desenvolvida em sala de aula. Nesse sentido, os professores deverão retomar frequentemente os aspectos históricos desde que eles se mostrem como agentes da investigação e do desenvolvimento cognitivo dos estudantes. Reafirmo, portanto, que a história contribuirá para a melhoria do ensino da Matemática se for utilizada a partir de situações desafiadoras e provocadoras da criatividade, da imaginação e da autonomia dos estudantes com relação à busca de seu próprio conhecimento matemático.

Considero também de extrema relevância que os professores orientem seus alunos e desenvolvam em conjunto com eles pequenos estudos investigatórios acerca da história da Matemática relacionada aos conteúdos matemáticos abordados em cada ano da Educação Básica. Nesses estudos, os alunos poderão construir a base matemática necessária para continuar as atividades de aprendizagem da Matemática previstas pelos professores, de modo a se apropriarem dos conteúdos previstos no programa da escola e presentes nos livros didáticos adotados pelo professor em sala de aula.

A partir dos resultados alcançados e das reflexões sobre o estudo, considero necessário ampliar a produção de materiais didáticos e atividades apoiados na história da Matemática que enriqueçam mais ainda o trabalho de professor. Um exemplo disso é um estudo atualmente em desenvolvimento, no qual investigo a produção e uso pequenos vídeos de história da Matemática na sala de aula, com base nos tópicos abordados na Educação Básica, como material de apoio para o trabalho docente, seguido do acompanhamento efetivo das práticas dos professores para tentar caminhar na consolidação de uma proposta didática e investigatória para as aulas de Matemática apoiada na história da Matemática.

Referências

DREYFUS, T. Advanced mathematical thinking process. [Processo de pensamento matemático Avançado]. In: *Advanced mathematical thinking*. TALL, David (Ed.). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1991

FAUVEL, John; MAANEN, Jan Van (Ed.). *History in Mathematics Education*. [História em Educação

Matemática]. The ICMI Study, Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2000.

FISCHBEIN, E. *Intuition in science and mathematics*. An Educational Approach. [Intuição na ciência e na Matemática. Uma aproximação educacional]. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1987.

LÉVI-STRAUSS, Claude. *O pensamento selvagem*. Campinas: Papirus, 1989.

MENDES, Iran Abreu. *Ensino de trigonometria através de atividades históricas*. 1997. 165p. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1997.

_____. *Uso da história no ensino da Matemática – reflexões teóricas e experiências*. Belém: EDUEPA, 2001a. (Série Educação n. 1).

_____. *Ensino de Matemática através de atividades: uma aliança entre o construtivismo e a história da Matemática*. ano? 265p. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001 b.

_____. *História da Matemática na formação continuada de professores de Matemática*. Projeto de pesquisa. Natal: UFRN, 2004.

_____. *História da Matemática na formação continuada de professores de Matemática*. Relatório Técnico de pesquisa. Natal: UFRN, 2007.

MIGUEL, A. *Três estudos sobre História e Educação Matemática*. 1993. 274p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 1993.

_____; MIORIM, M. A. *História na Educação Matemática: propostas e desafios*. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

SKEMP, R. *Relational understanding and instrumental understanding*. [Compreensão instrumental e compreensão relacional]. *Mathematics Teaching* 76, p. 20-26, 1976.

_____. *Psicología del aprendizaje de las Matemáticas*. Tradução de Gonzalo Gonzalvo Mainar. Madrid: Ediciones Morata, 1993.

Iran Abreu Mendes

Professor do Departamento de Matemática. Pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Matemática e Cultura da UFRN. Professor do Programa de Pós-graduação em Educação e do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, ambos da UFRN.
iamendes@ccet.ufrn.br.

Recebido em 04/08/ 2010

Aprovado para publicação em 04/09/2010