



INVESTIGAÇÃO HISTÓRICA EM SALA DE AULA: UM EXERCÍCIO DE CRIATIVIDADE PARA A MATEMÁTICA ESCOLAR

HISTORICAL RESEARCH IN THE CLASSROOM: A EXERCISE OF CREATIVITY FOR SCHOOL MATHEMATICS

Iran Abreu **Mendes**, UFRN, iamendes1@gmail.com

RESUMO

Neste artigo discuto a importância da investigação em história da matemática para a formação de professores de matemática e argumento que é possível tomar pedagogicamente a investigação histórica como um exercício de criatividade que provoque o processo de criação matemática, nas aulas de Matemática. Menciono exemplos de matemáticos que reuniram um conjunto de habilidades cognitivas para reinventar princípios matemáticos na explicação de temas desafiadores da Matemática. Trata-se de buscar na história das práticas e elaborações matemáticas, em seus níveis experimentais e formais, aspectos que definem o contorno dos desafios que levaram à produção de saberes matemáticos atualmente abordados no Ensino Fundamental, Médio e Superior. Apresento dois exemplos históricos com vistas a mostrar como o espírito criativo é de fundamental importância na formação matemática dos estudantes da Educação Básica bem como do educador matemático.

Palavras-chave: Criatividade, Investigação histórica, História da Matemática, Formação de professores.

ABSTRACT

In this paper I discuss the importance of research in the history of Mathematics for the training of mathematics teachers and argue that it is possible to see historical research in a pedagogical light as a creativity exercise which provokes the mathematical creative process, in mathematics' classes. I mention examples of mathematicians who gathered a set of cognitive skills to reinvent mathematical principles in the explanation of challenging themes in mathematics. It is about seeking in the history of mathematical practices and elaborations, in its experimental and formal levels, aspects that define the outline of the challenges which lead to the production of mathematical knowledge currently addressed in Middle, High and Upper Education. I present two historical examples in order to show how the creative spirit is of fundamental importance in the mathematical training of students of basic education as well as that of the mathematical teacher.

Keywords: Creativity, historical research, history of mathematics, Formation of teachers



1. Nota Inicial

Durante vinte anos de tentativas, erros, acertos e reflexões acerca da utilização da história no ensino da Matemática, avalio que os estudos e pesquisas voltados à organização e avaliação de experiências na formação inicial e continuada de professores, defendo o uso de uma abordagem histórica e investigatória nas aulas de Matemática como uma alternativa pedagógica para a concretização de um ensino de matemática com significado, que resgate situações problematizadoras que conduzam os estudantes à construção de sua aprendizagem matemática por meio das informações históricas que revestem essas situações. Neste artigo abordo as possibilidades de uso da investigação histórica como um exercício de criatividade para a aprendizagem da Matemática escolar tomando como princípio norteador. Nesse sentido, apoiei-me em estudos realizados na formação inicial e continuada de professores de Matemática, cuja diretriz centrou-se no uso do desenvolvimento histórico da Matemática e suas relações com os aspectos epistemológicos e didáticos da Matemática escolar. A partir desses estudos tenho elaborado materiais didáticos para o ensino da Matemática básica, visando superar algumas dificuldades encontradas pelos professores em suas aulas de Matemática.

2. Sobre criatividade, sociedade, cultura e educação

Para iniciar qualquer reflexão sobre criatividade é importante ter em mente que não se pode pensar que a criatividade seja uma habilidade humana originada de um fenômeno ou ato exclusivamente individual, mas sim como um processo sistêmico no qual a interação social é fundamental, tal como argumenta Csikszentmihalyi (1996). Isso significa, portanto, que para ser criativo é necessário fazer uso do pensamento divergente ou criativo e pensar criativamente, mas de maneira a estabelecer conexões coerentes com o contexto no qual as ideias estão sendo postas, ou seja, a sociedade, a cultura e o processo de validação das ideias produzidas.

Trata-se de poder ser provocativo, paradoxal, metafórico, lúdico com o próprio pensamento, exercitando assim a sua flexibilidade em poder encontrar sempre as melhores opções e os melhores caminhos para toda e qualquer situação de vida, tanto pessoal, quanto profissional. Nessa perspectiva, pensar criativamente é engendrar alternativas, enfrentar desafios, descobrir soluções, ou seja, é saber usar



recursos variados que nos possibilitem ir além do que imaginávamos possível (cf. ARAÚJO, 2009, p. 52-53).

Se considerarmos que existem alguns modelos sistêmicos de criatividade, a teoria do investimento em criatividade é vista como a convergência de seis fatores distintos e inter-relacionados à inteligência, aos estilos intelectuais, ao conhecimento, à personalidade e à motivação, fazendo assim emergir nesse encadeamento de fatores, um contexto ambiental no qual o processo criativo pode ocorrer em níveis variados. Todavia, a característica de um contexto social propício à criatividade se evidencia na medida em que tal contexto contribuir para estimular a criatividade de forma a envolver não apenas o indivíduo, mas também afetar seu ambiente social e as pessoas que nele vivem. Se aqueles que circundam o indivíduo não valorizam a criatividade, não oferecem o ambiente de apoio necessário, não aceitam o trabalho criativo quando este é apresentado, então é possível que os esforços criativos do indivíduo encontrem obstáculos intransponíveis (STEIN, 1974, p. 12).

Uma indagação frequentemente estabelecidas nos ambientes educativos e nos contextos das academias de ciências e artes refere-se ao ato da criação, tomando a criatividade como uma habilidade inerente ao ser humano em seu processo de conhecer, explicar e compreender. Tal inquietação indagativa remete a duas interrogações: por quê e para quê? A esse respeito, diversos estudiosos no assunto asseguram que a criatividade é uma habilidade humana essencial a ser desenvolvida porque é fundamental para o desenvolvimento do potencial de quem estuda, aprende e produz conhecimento e essencial para a autonomia do ser humano, podendo desenvolver o pensamento divergente/criativo, como uma habilidade essencial para nos conduzirmos na vida, posto que com ela se torna possível desenvolver um processo educativo emancipatório para a produção de conhecimento novo e para enriquecer o processo educativo; que possa favorecer o crescimento de quem produz conhecimento; tendo em vista que o processo de aprendizagem e produção cognitiva ser sempre prazeroso e que a inovação nunca permitir a rigidez de práticas e conceitos, ao contrário, haja um constante interesse pela renovação e arejamento de ideias.

A busca de respostas a essas duas questões sugerem reflexões acerca da criação e sua relação com *a árvore do conhecimento* propostas por Maturana e



Varela (2001) quando asseguram que

(...) **o conhecimento do conhecimento** nos obriga a assumir uma atitude de permanente vigília contra a tentação da certeza, a reconhecer que nossas certezas não são provas da verdade, como se o mundo que cada um vê fosse **o mundo** e não **um mundo** que construímos juntamente com os outros. Ele nos obriga, porque ao saber que sabemos não podemos negar que sabemos (MATURANA; VARELA, 2001, p. 267).

É essa vigília mencionada pelos autores que nos possibilitam indagar-nos constantemente sobre o conhecimento de modo a poder incluir novos olhares, reflexões, conceitos novos e a buscas de novas reflexões às conclusões já estabelecidas anteriormente para assim configurar o processo de criação, o que torna a produção de conhecimento um movimento de ação-reflexão-ação no qual 99% constitui-se de transpiração e 1% de criatividade. Essa parcela numericamente pequena que é evidenciada na produção de conhecimento, significa uma adição imersa na tradição, na inovação e na renovação, tal como sugere Raquel Gonçalves-Maia (2011), bem como por meio do transe, da arte e da criatividade como menciona Teresa Vergani (2009), salientando que a proibição do transe e a elitização e comercialização da arte deixaram apenas a criatividade como possibilidade de dar ao mundo a oportunidade de conhecer conhecendo-se.

A árvore do conhecimento que subjaz do *discurso do método* proposto por René Descartes nos faz refletir sobre um processo de criatividade na busca de soluções para problemas de explicação dos fenômenos naturais e a sua relação que o estabelecimento de questões gerais e secundárias para solucionar um problema. No decorrer das práticas científicas e sociais de modo geral, os problemas passaram a ser tomados apenas a partir do caule dessa árvore, depois os ramos e por fim somente às folhas, até o foco ser dado somente à flor e ao fruto.

Um novo olhar para a árvore do conhecimento dado por Maturana e Varela (2001) refletem sobre a necessidade de olhar com todo o cérebro e sob o maior número de enfoques possíveis, desde que interconectados, de modo a dar sentido mais amplo e profundo sobre o objeto em construção. Enquanto isso, Michel Serres (2008) enuncia que os novos ramos originados na árvore do conhecimento referem-se diretamente à parcela desse 1% de criatividade, ao qual me referi anteriormente. Para Serres (2008, p. 81), “o ramo não mata o caule, mas nele se apóia, ainda que para dele se afastar. Todavia, é necessário que tal afastamento não signifique



desconexão. O autor afirma ainda que as conectividades oriundas das informações das redes virtuais de comunicação e a prática do informacionismo, hoje muito comuns devido as pesquisas virtuais, podem ocasionar a inibição dos ramos na árvore do conhecimento.

3. Dois exemplos de criatividade e criação Matemática na história

A tradição clássica grega referia-se ao termo *matemática* como aprendizagem ou ciência. Ao longo dos tempos tal significado foi ampliado a campos especiais de aprendizagem, gerando várias definições para a matemática. Sua desvantagem, entretanto, foi ignorar a intuição, as práticas matemáticas e os métodos não-padronizados surgidos ao longo da história. Tais métodos e práticas avançaram estimulando a criação de símbolos e padrões de representação formal para determinados conceitos matemáticos, o que representou um processo de criatividade e, conseqüentemente, na criação de novas matemáticas.

As conclusões alcançadas pelo uso de novos padrões e símbolos passaram a impor certas leis de combinações apoiadas nessa escrita matemática, levando os estudiosos do assunto a buscarem se adaptar a literatura simbólica e às múltiplas condições de representação das ideias e práticas matemáticas oferecidas por elas, fazendo emergir diversos modos de representação dos pensamentos e práticas matemáticas.

Ao longo da história das ideias e práticas matemáticas, a tentativa de corrigir possíveis erros percebidos em trabalhos já anunciados nos meios acadêmicos ou mesmo relacionados aas práticas matemáticas em contextos técnicos, culturais e tecnológicos, fizeram com que cientistas como Fermat, Descartes, Newton, Leibniz, entre outros desenvolvessem sua criatividade na tentativa de solução dos erros percebidos. A criatividade atribuída a esse momento significou investigação, reelaboração, interpretação e o surgimento de novas explicações matemáticas.

As contínuas investigações, indagações e revisões feitas ao conhecimento matemático em diferentes épocas da história constituíram um instrumento extremamente enriquecedor. A beleza e a perspicácia fornecidas pelos novos resultados e enunciados foram fundamentais para se compreender o quanto a curiosidade matemática pode influenciar no processo de invenção e descoberta matemática. Para isso, muitas vezes a investigação de erros nos trabalhos de



matemáticos foram a base da criatividade matemática na história desse conhecimento.

A discussão dos erros em geometria, por exemplo, estimularam os trabalhos desenvolvidos por Ptolomeu e Proclus e outros, ocasionando uma produção matemática decisiva no século XVII, com o trabalho de René Descartes sobre o *discurso do método* e a solução do problema de Pappus originando assim um novo ramo na Matemática: a solução de problemas geométricos apoiado na resolução de equações, o que caracteriza atualmente os estudos em geometria analítica. Este parece ser um exemplo singular de criatividade e criação matemática.

A geometria de Descartes pode ser considerada um exemplo de criatividade na criação matemática. Para Jullien (1996), a Geometria de Descartes considerou o que era ilegível, pois não era uma abordagem fácil para o leitor do século XVII, como ainda hoje, quase quatro séculos depois. Para tanto Descartes mencionava que “é impossível representar-se uma figura desprovida de qualquer extensão”, ou seja, ao conhecer o corpo, sua extensão, as figuras e os movimentos, é possível, então, conhecer pelo entendimento único, mas muito melhor o entendimento ajudado da imaginação (Regra XII).

As linhas da geometria cartesiana não são, por conseguinte, separadas dos objetos materiais. Isto não implica de modo algum que, fazendo reflexão sobre elas, deva-se abraçar o conjunto das determinações dos corpos, pois ele mesmo pode voltar a sua atenção sobre um modo específico da coisa, sobre uma (ou duas) das suas dimensões, fazendo abstração do restante das suas determinações (ver a Regra XIV). Destas observações, resulta que o entendimento, no curso das suas investigações geométricas, reserva um lugar à imaginação, auxiliar que lhe é mesmo, aqui, indispensável. Trata-se, contudo, de precisar alguns caracteres desta imaginação, necessária para a produção dos conhecimentos geométricos. Caso se tratasse apenas de uma imaginação reprodutora, demasiado realista, seria rapidamente portadora de confusão. É esta concepção de imaginação que Descartes acusou aos antigos e tentou imaginar outra opção explicativa para o problema.

Outro exemplo ímpar de criatividade é mostrado por Lewis Carroll em suas obras literárias ou matemáticas, densamente povoadas de ideias, princípios e mentefatos matemáticos, cuja lógica baseia-se na provocação das ideias, na



desordem e confusão aparentes. Tal lógica é denominada de *lógica do nonsense* (do francês *non-sens*) utilizada para designar algo *sem sentido ou* irreal, que está fora dos parâmetros comuns, ou seja, desprovido da razão. A *lógica do nonsense*, característica da lógica matemática de Carroll, define sua personalidade e sua criatividade matemática, cujo apelo à curiosidade e à imaginação se mostra, a todo momento, como fortes aliados da sua invenção matemática para sua abordagem didática.

Um exemplo dessa criatividade de Carroll está no livro intitulado *Euclid and his Modern Rivals* [Euclides e seus rivais modernos]. Nesta obra Carroll dá uma amostra de sua criatividade na produção de conhecimento matemático para a sala de aula. Publicado em 1879, o livro constitui-se de um trabalho que aborda as posições teóricas de uma série de matemáticos contemporâneos, demonstrando como cada um por sua vez, é ou inferior ou funcionalmente idêntico ao de Euclides. Para alcançar seus objetivos o autor usa como apoio didático o livro “Geometria”, de *Os Elementos*, de Euclides, com vistas a fazer uma crítica sobre a relação existente como o livro de geometria que deveria existir nas escolas, contra livros modernos de geometria que foram substituí-lo.

Carroll fez diversas reformulações de conteúdo e forma nos manuais matemáticos, considerando ser necessário incluir alguns aspectos que provocassem a curiosidade e a criatividade dos estudantes na aprendizagem de alguns tópicos matemáticos por ele ensinados durante a segunda metade do século XIX. Tais modificações foram justificadas pela sua preocupação didática, bem como por ele duvidar de alguns aspectos abordados nas obras que chegavam em suas mãos, sob a forma de tradução dos originais gregos e latinos. Para tanto, simplificou as versões que encontrou dos Elementos de Euclides com vistas a corrigir de pontos falhos nessas traduções e com o propósito de esclarecer, acrescentar definições e desenvolver abordagens mais claras para as demonstrações dos teoremas.

4. Um modelo didático centrado na investigação histórica

Em um modelo didático de investigação histórica que pode ser utilizado na Matemática escolar, as atividades devem nortear um diálogo conjuntivo entre as idéias matemáticas desenvolvidas e organizadas historicamente e a perspectiva investigatória que caracteriza a construção do conhecimento. É nessa aliança



integrativa que as atividades investigatórias poderão imprimir maior significado à matemática escolar, baseando-se em um processo ativo-reflexivo dado à investigação como um meio de construção da Matemática.

Nesse sentido, os estudantes devem participar da construção do seu próprio conhecimento de forma mais ativa, reflexiva e crítica possível, relacionando cada saber construído com as necessidades históricas, sociais e culturais existentes nele. Nesse processo efetivo, é necessário que o professor assuma a posição de orientador das atividades de modo a viabilizar uma interação dialogal em que os estudantes construam seu conhecimento investigando os processos matemáticos presentes no desenvolvimento histórico da matemática, transpondo-os para a situação construção cotidiana atual do seu conhecimento e socializando hipóteses, resultados e conclusões acerca das suas experiências.

O procedimento didático adotado para esse exercício cognitivo deve priorizar 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 criação matemática pressupõe o emprego de princípios aprendidos atuando em novas situações, visto que a base cognitiva é centrada no conhecimento já construído pelo aluno e o processo de aprendizagem é determinado pelas condições em que se aprende.

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.

Minha concepção acerca da investigação histórica parte do princípio de que as experiências manipulativas ou visuais do aluno contribuem para que se manifestem neles 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 idéias apreendidas. Esse movimento de profunda ação-reflexão implica na 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 Fischbein (1987), segundo as quais, há três componentes essenciais para o desenvolvimento de uma atividade matemática:

- 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;
- o *algorítmico*, que permite a adaptação do pensamento aos procedimentos problemáticos propostos na prática, treino sistemático ao qual o aluno é sujeito. Favorecem assim a mecanização (memorização) do conhecimento. Depende de uma construção prévia acerca do conceito apreendido e de uma contextualização (situação problemática) do assunto aprendido;
- 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.

É necessário, muitas vezes, explicitar os objetivos, os procedimentos de execução, as discussões a serem realizadas e os relatos orais e escritos previstos em cada uma das atividades, para que assim, cada estudante possa orientar-se. Outrossim, essas sugestões buscam conduzir diretamente a investigação da matemática, presente nas informações históricas, de modo que os alunos reconstruam os aspectos conceituais relevantes dessa matemática, avançando significativamente na organização conceitual do conteúdo previsto pelo professor.



A criatividade do professor é muito importante para que o tema proposto para a atividade desperte a imaginação dos alunos, motivando-os durante todo o processo de aprendizagem previsto. A linguagem utilizada na elaboração da atividade deve ser clara e concisa para que não cause dúvidas nos estudantes durante a execução da mesma.

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 questionados 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 se deve 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. Essa parte servirá de suporte para o desenvolvimento da atividade e poderá conduzir o aluno a um diálogo interativo com os aspectos mais transversais da matemática investigada.

A habilidade de organizar-se em etapas para a solução de um problema 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 bricolagem¹ que possam minimizar as dificuldades existentes na escola. 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 matemática dos estudantes.

Quanto aos procedimentos de orientação dos estudantes, a investigação histórica deve ser encaminhada em etapas que conduzam os estudantes a 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

¹ Palavra derivada do termo francês *bricoleur*, e muito utilizada pelo antropólogo Claude Lévi-Strauss para explicar a habilidade do artesão em utilizar diferentes objetos que dispõe, de modo a produzir uma nova peça. Este termo é usado aqui para explicar a possibilidade que se reutilizar objetos para produzir



conhecimento previsto em cada uma das atividades.

Quanto aos desafios propostos nas atividades, os mesmos devem ser bem atrativos e desafiadores, de modo a provocar a curiosidade dos estudantes. Tais características certamente os estimularão à aprendizagem se forem ricamente exploradas durante a elaboração de cada desafio. Esses desafios 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 seqüência contínua de ações que os levem à formalização das idéias matemáticas construídas ao longo do processo investigatório. 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 pensar nessas atividades, considerando a possibilidade de uso dos aspectos mais criativos dos livros didáticos de matemática visando dar ao estudante o prazer de exercitar essa formalização com bastante significado. Isso ocorrerá se aliarmos as experiências manipulativas e os desafios e problemas resgatados da história, ao poder de generalização que os exercícios formais podem ter. Daí será possível estabelecer-se um elo entre o concreto e o formal por meio dessas atividades.

Em se tratando de outras atividades, argumento que elas são complementares e se constituem em trabalhos que devem ser orientados pelo professor, podendo ser gerados das próprias atividades realizadas em sala de aula.



Muitas vezes se configuram em projetos individuais ou em grupos que implicam na culminação de todo processo de aprendizagem ocorrido na classe. É nessas atividades que os estudantes poderão exercitar plenamente a sua capacidade de alcançar uma compreensão plural que lhes possibilite 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 torná-los autônomos para que busquem na sua própria experiência, a sua própria compreensão e explicação do mundo, visando dialogar com o que lhe foi apresentado pela história.

Outra modalidade, a ser desenvolvida em sala de aula, considerada também como atividade complementar é a exploração dos problemas e exercícios existentes nos livros didáticos antigos, nos atuais e em alguns paradidáticos. Trata-se de localizar nesses livros, certo número de problemas ou exercícios que emergem de diversas situações históricas da matemática, embora estejam, muitas vezes, revestidos de uma linguagem mais atual. Esses problemas, ainda hoje estão presentes em livros didáticos atuais, apenas com uma linguagem reformulada.

Esses problemas e exercícios são tomados como eixos geradores de uma compreensão plural a ser alcançada pelos estudantes durante as aulas de Matemática. Na maioria das vezes são constituídos de fatores contextualizadores de uma realidade na qual os estudantes possivelmente podem se apoiar para transpor algumas dificuldades encontradas na compreensão objetivada pelo professor durante as aulas introdutórias do assunto abordado.

É por meio desses problemas que o professor pode levar seus alunos a um nível de representação simbólica das idéias 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 clássicos 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.



5. Contribuições para as 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 uma 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 idéias, 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 transversalizante da Matemática em 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 propriedade², pois assim todos tenderão a assumir um papel ativo na sua própria aprendizagem, envolvendo-se profundamente na formulação das idéias matemáticas pesquisadas, passando a sentir-se como criadores 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 investigatório em sala de aula. Isso implicará em 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 e conectada a 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.

² Tal senso refere-se à habilidade individual em perceber a sua forma de criar mecanismos cognitivos para indagar-se, compreender, explicar, os processos de funcionamento das coisas.



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 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.

Outra maneira de se 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.

6. Um exercício criativo da investigação histórica em sala de aula

Para que possa exercitar criativamente a investigação histórica nas aulas de Matemática, o professor precisa inicialmente escolher alguns temas matemáticos de interesse para o seu trabalho docente e fazer um pequeno levantamento do material bibliográfico a esse respeito. Em seguida é importante que pesquise a vida e obra dos matemáticos envolvidos, suas filosofias e convicções, prestando atenção particular às descobertas, criações e contribuições matemáticas deles para o desenvolvimento do tema selecionado. Para isso deve usar todos os materiais disponíveis em bibliotecas, na internet, em jornais e revistas, dentre outras fontes.

O professor deve esclarecer que a investigação histórica pode mostrar as principais contribuições dos matemáticos e sobre as pessoas que se envolveram na construção e evolução da matemática. Além disso, oferece ampla possibilidade de se 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, um conjunto amplo 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, em 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 vídeo-aulas baseadas em textos históricos de fontes primárias ou secundárias.

Cada modalidade de investigação histórica abordada nas aulas de Matemática requer do professor um pouco de conhecimento do nível de amadurecimento de seus alunos, do grau de aprofundamento a dar no assunto a ser abordado em sala de aula e do nível de autonomia dos estudantes com a relação a busca da própria aprendizagem. Além disso, é necessário se 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 desenvolvimento da investigação histórica.

Pode-se 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 de matemática tradicional.

Asseguro, portanto, que a investigação histórica da matemática em sala de aula pode assumir uma função estruturadora na aprendizagem dos estudantes desde que as atividades não sejam transformadas em meros passatempos ilustrativos do assunto a ser abordado, mas que sejam sim vinculadas aos aspectos cotidiano, escolar e científico da matemática, da sociedade e da cultura. Essa vinculação deverá se consolidar desde as aulas introdutórias até a proposição e



resolução de exercícios e problemas de fixação do conteúdo. Isso não significa romper com a proposta da maioria dos livros didáticos, pois esse não é o nosso objetivo. O que proponho é uma reorganização das informações contidas nesses livros, tomando como referência os aspectos históricos implícitos nos exercícios e problemas propostos.

Referências

- FISCHBEIN, E. **Intuition in science and mathematics**. An Educational Approach. [Intuição na ciência e na matemática. Uma aproximação educacional]. Dordrecht: Kluwer Academics Publishers, 1987.
- MENDES, I. A. **A formação de professores de matemática a partir da história da matemática**. Relatório Técnico de Projeto de Pesquisa. Natal: UFRN, 2007.
- MENDES Iran Abreu. **Investigação histórica no ensino da Matemática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009.
- ARAÚJO, Terezinha. **Criatividade na educação**. São Paulo: Imprensa Oficial, 2009.
- CARROLL, Lewis. **Euclid and his Modern Rivals**. New York: Macmillan and Co., 1879.
- CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Creativity**. El fluir y La psicología Del descubrimiento y la invención. Nova York: HaperCollins, 1996.
- DESCARTES, René. La géométrie. In: **Discours de la méthode**. 1637.
- GONÇALVES-MAIA, Raquel. **Ciência, pós-ciência, metaciência: tradição, inovação e renovação**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2011 (Coleção Contextos da Ciência).
- JULLIEN, Vincent. **Descartes**. La géométrie de 1637. Paris: Presses universitaires de France, 1996. (Collection Philosophies, 76).
- LÉVI-STRAUSS, Claude. **O pensamento selvagem**. 3. ed. Tradução Tânia Pellegrini. Campinas: Papyrus, 2002.
- MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **A árvore do conhecimento**. As bases biológicas da compreensão humana. Tradução Humberto Mariotti; Lia Diskin. São Paulo: Palas Athena, 2001.
- SERRES, Michel. **Ramos**. Tradução Edgard de Assis Carvalho; Mariza Perassi Bosco. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.
- STEIN, M. I. **Stimulating creativity**. Group procedures. Nova York: Academic Press, 1974.
- VERGANI, Teresa. **A criatividade como destino: transdisciplinaridade, cultura e educação**. (Org. FARIAS, C. A.; MENDES, I. A.; ALMEIDA, M. C.). São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2009 (Coleção Contextos da Ciência).