

CLAUDIMAR ABADIO DOS SANTOS

**A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA
MATEMÁTICA**

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA

**PUC/SP
São Paulo
2007**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

CLAUDIMAR ABADIO DOS SANTOS

**A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA
NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA
MATEMÁTICA**

*Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de **MESTRE PROFISSIONAL EM ENSINO DE MATEMÁTICA**, sob a orientação do **Prof. Dr. Ubiratan D'Ambrosio**.*

PUC/SP
São Paulo
2007

Banca Examinadora

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Dissertação por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: _____ **Local e Data:** _____

DEDICATÓRIA

Dedico a todos aqueles que amam a Matemática, e estão sempre buscando novas alternativas para o ensino dessa ciência tão amada por uns e tão incompreendida por outros.

AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas me ajudaram a levar a cabo esse trabalho, realizando assim mais uma etapa em minha formação acadêmica, quer seja me incentivando, e dando todo o apoio necessário, quer seja respondendo a questionários e pesquisas referentes ao tema abordado, e o fato de não mencionar todas elas, não significa que tiveram menos importância.

À Secretaria Estadual de Educação, que me subsidiou o curso através de seu programa de bolsa-mestrado, oferecendo a possibilidade de realizar esta etapa essencial à minha formação acadêmica.

À professora Dra. Lulu Healy, que foi minha primeira orientadora neste programa, e que, continuou me dando o apoio e estímulos necessários à conclusão dessa dissertação, e, ainda, gentilmente concordou em participar de minha banca.

Ao professor Dr. Ubiratan D'Ambrósio, meu orientador, que me aceitou como orientando mesmo estando já praticamente sem vagas para novos orientandos, e o qual muito contribuiu com seu conhecimento e sugestões sábias.

Aos meus colegas da Escola Estadual Prof. Homero Rubens de Sá, e também aos colegas de mestrado da Puc, que gentilmente participaram de

minha pesquisa, respondendo às questões, e propondo sugestões para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, que sempre me apoiou e incentivou, e, sem o apoio da qual não seria possível chegar onde cheguei.

Agradeço, enfim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse finalizado e se tornasse uma realidade.

RESUMO

O objetivo desse trabalho é mostrar as possibilidades do uso da História da Matemática em salas de aula, como instrumento motivador e auxiliar no processo ensino-aprendizagem de Matemática. Para isso, foram feitas algumas pesquisas em livros, teses, dissertações e artigos que falam sobre o tema, além de ser feita uma pesquisa que mostrasse como os professores vêem essa possibilidade de se usar a História da Matemática nas séries e cursos em que atuam.

Serão analisados alguns conceitos que nos levam a acreditar na importância da contextualização da Matemática a fim de que seu ensino seja eficaz e significativo para o educando.

Trataremos também especificamente do uso da História da Matemática como fator de motivação e contextualização no estudo da Matemática, bem como de algumas maneiras adequadas ou inadequadas de se fazer uso desta História.

Alguns aspectos negativos e outros positivos quanto ao uso da História da Matemática serão contemplados, sob vários ângulos, a fim de se fazer uma comparação sobre a pertinência ou não uso da História da Matemática em aulas de Matemática.

Palavras-chave: Matemática, História, ensino-aprendizagem, motivação.

ABSTRACT

The objective of this assignment is to display the possibilities to use the Mathematics History in classrooms, as a tool to motivate and support the process of teaching-learning this subject. In a order to this, some researches have been performed in books, thesis, dissertations and articles over this subject, and also an investigation on how professors deal with the possibility to use the Mathematics History in grades and courses that they work with.

Some concepts will be analyzed in order to prove the importance of Mathematics contextualization aiming towards an efficient and significant teaching for the scholar.

We will also express specifically the use of the Mathematics History as a factor of motivation an contextualization in the Math study, as well as some correct or incorrect ways to apply this History.

Positive an negative aspects of the use of Mathematics History will be observed, under different angles, in order to measure the pertinence or disuse of the Mathematics History in classes.

Key words: Mathematics, History, learning-teaching, motivation.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
JUSTIFICATIVA	03
OBJETIVOS	05
CAPÍTULO 1 - APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: APRENDER COMPREENDENDO OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS	
1.1.Introdução.....	06
1.2.Ensino contextualizado	07
CAPÍTULO 2 - A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	
2.1.Introdução.....	11
2.2. A história da matemática como ferramenta de ensino	18
2.3 Estratégias para o uso da história da matemática como ferramenta de ensino de matemática	27
CAPÍTULO 3 - ABORDAGENS DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA EM SALA DE AULA .	
Vários tipos de abordagens.....	39
CAPÍTULO 4 - ARGUMENTOS A FAVOR E CONTRÁRIOS AO USO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NO ENSINO DA MATEMÁTICA	
4.1 Introdução.....	51
4.2.Argumentos Favoráveis	52
4.3.Argumentos Contrários	70
CAPÍTULO 5 - PESQUISA COM PROFESSORES SOBRE O USO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA EM SALA DE AULA	
Apresentação e análise dos dados.....	75
CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS	82

INTRODUÇÃO

O papel dos educadores, hoje, é preparar os alunos para o mundo que irão enfrentar, proporcionando-lhes habilidades e condições de atuar com dignidade e competência no papel que lhes caberão desempenhar como membros de uma sociedade ativa e em constante evolução.

Sob vários aspectos, a Matemática contribui para essa formação, por ser uma ciência que encontra aplicações nos mais diversos ramos do saber, como a Contabilidade, a Medicina, a Genética, a Advocacia (por exemplo, em divisões de bens, heranças e afins), a Astronomia, e uma série de outros campos que aparentemente não tem qualquer relação com a Matemática. Por isso, podemos dizer que a Matemática possui um forte caráter integrador e interdisciplinar: o conhecimento matemático acaba evoluindo também no contexto de outras ciências.

Entretanto, cada vez mais compreendemos que a contribuição da Matemática só pode ser, de fato, efetiva e conseqüente se o processo de ensino-aprendizagem for significativo, de modo a oferecer ao aluno a oportunidade de fazer relações matemáticas próprias e aplicá-las no mundo que o cerca.

Nessa perspectiva, estamos aqui considerando que, de um lado, a contextualização sócio-histórico do conteúdo matemático é uma maneira valiosa, entre outras, de levar a uma significação dos conteúdos matemáticos, ou seja, levar o aluno a buscar as origens do pensamento matemático, a evolução que esse pensamento teve ao longo dos anos e como chegou até nós e, ainda, a aplicabilidade dessa construção matemática nos dias de hoje. Isso pode ajudar o

aluno a aprender com compreensão. De outro lado, o conhecimento da história da matemática e das diferentes teorias de aprendizagem pode levar o professor de matemática a refletir, analisar, criticar, e assim poder escolher e organizar maneiras de se conduzir o ensino.

Nesse trabalho, nos propusemos a discutir e analisar as tendências e possibilidades de aplicar a História da Matemática como ferramenta didática no processo de aprendizagem de Matemática e, conseqüentemente, estudar e refletir sobre os prós e os contras do uso da História da Matemática na sala de aula como instrumento motivador das aulas de matemática.

JUSTIFICATIVA

A aula tradicional, em que o professor apenas “transmite” o conhecimento para o aluno não tem se mostrado atraente e motivadora, o que leva o aluno a ter dificuldades cada vez maiores em entender os conteúdos ministrados e se apropriar dos conceitos transmitidos, e, conseqüentemente, não conseguem fazer nenhuma “ponte” entre o que aprende e o que poderia aplicar em seu cotidiano

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), apontam a contextualização no âmbito histórico ou sócio-cultural, na forma de análise crítica das idéias e dos recursos da área, para questionar, modificar ou resolver problemas propostos como uma das preocupações do professor, de modo a levar ao desenvolvimento das competências a serem adquiridas pelos alunos ao aprender matemática. Nesse sentido, o nosso trabalho se justifica pelo fato de que estudar as possibilidades, os prós e os contras do uso da História da Matemática na aula de Matemática vem como uma forma de trazer significação a muitos conceitos estudados e, ainda como forma de diversificar essa aula, tornando-a mais atraente para o aluno que, dessa forma, encontrará mais motivação para o aprendizado.

Este tema foi, pois, escolhido, por sentir, como professor atuante, que muitos dos alunos se sentem desmotivados ao estudo da Matemática, e nós, professores, devemos sempre estar atentos às possibilidades às fontes de motivação e incentivo ao estudo da Matemática, o que será visto por meio desta pesquisa.

Diante do que foi considerado, nosso problema de pesquisa pode ser assim delineado:

“O uso da História da Matemática no processo de ensino de Matemática pode levar o aluno a ter uma aprendizagem mais significativa e eficiente?”

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Mostrar a importância da História da Matemática como forma de contextualizar o ensino de Matemática, tornando a aprendizagem mais significativa.

Objetivos Específicos

- Perceber o papel da História da Matemática na organização dos conteúdos a serem ensinados;
- Demonstrar a existência de um encadeamento lógico na construção do conhecimento matemático;
- Mostrar a importância da contextualização da Matemática para o entendimento do cotidiano que cerca o aluno;
- Perceber que o uso da História da Matemática pode servir como instrumento de motivação e interesse por parte do aluno;
- Mostrar ao aluno a importância de investigar, pesquisar, incentivando sua curiosidade e criatividade.
- Mostrar sugestões de como usar a História da Matemática como estratégia de ensino de Matemática.

CAPÍTULO 1

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: APRENDER COMPREENDENDO OS CONTEÚDOS MATEMÁTICOS

1.1. INTRODUÇÃO

Muitas são as perguntas que se fazem aos educadores de hoje: “qual a melhor maneira de transmitir conhecimentos em uma classe onde cada aluno aprende de uma maneira, vê o conteúdo sob um aspecto diferente”? “Como fazer com que os alunos abram sua visão para os conceitos que os acompanharão ao longo de sua vida”? “O que eles estão aprendendo/vendo na escola serão realmente úteis no seu cotidiano agora, e quando eles se tornarem adultos”? “Quanto do que os alunos estão sendo solicitados a estudar tem ou terá algum significado pra eles”?

Responder essas e outras perguntas são alguns dos grandes desafios encontrados atualmente pelos professores em seu exercício. Buscar um enfoque baseado no ensino que possibilite pré-disposição para a aprendizagem da matemática com compreensão nem sempre é tarefa fácil.

Segundo David Ausubel (1980), a aprendizagem significativa ocorre *“quando nova informação adquirida ‘ancora-se’ em conceitos relevantes previamente existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Nesse processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica”*.

1.2.ENSINO CONTEXTUALIZADO

Ultimamente, os professores estão se dando conta de que o interesse da maioria de seus alunos aumenta consideravelmente quando o que está sendo ensinado faz parte de seu cotidiano, ou, pelo menos, o aluno consegue vislumbrar uma aplicação prática do que aprendeu no seu cotidiano. Se sentem motivados ao perceber que poderão usar esse conhecimento também fora da sala de aula.

Daí a necessidade de se contextualizar o que está sendo ministrado em sala de aula, trazendo o ensino da Matemática para as vivências do aluno.

Entretanto, não é tão simples quanto parece. Alguns equívocos são cometidos nesse processo, por exemplo, quando se acredita que contextualizar é usar o meio do aluno para ser cenário dos exercícios dados em sala de aula.

Assim, alguns acreditam que nos “probleminhas”, deve-se usar futebol, coleção de figurinhas

afirmativo, como escolher um que satisfaça a todos. Fazer o levantamento do material, pesquisa de preços, custos, quantia que deverá ser arrecadada de cada aluno.

Se algum conhecimento especial de matemática for necessário, o professor poderá orientar os alunos a pesquisarem. Depois, socializarem o que aprenderam. Confeccionam o presente e verificam quanto custou cada um.

O professor poderá, então, fazer questionamentos, tais como: e se tivéssemos uma fábrica e precisássemos fabricar Y presentes, quanto material seria necessário? Quanto gastaríamos em dinheiro? Há uma forma de baratear o produto? Qual expressão algébrica daria o valor a pagar em função do número de presentes fabricados? Por quanto deveríamos vender esse produto no comércio? E se a venda for a prazo?

E, assim, a partir dessa situação, o professor poderá trabalhar Estatística, Aritmética, Álgebra, Geometria, Porcentagem, Juros, que são conhecimentos matemáticos, mas também, trabalhar a socialização, a autonomia, a criatividade, a expressão oral, promovendo dessa forma, uma aprendizagem significativa para os alunos.

Muitos educadores tendem a interpretar o ambiente de aprendizagem de acordo com a sua própria experiência como alunos: ensinam da mesma maneira que aprenderam, geralmente através de métodos tradicionais e abstratos, nos quais apenas o professor falava. Embora esse modelo tradicional não seja inválido, não é a estratégia mais efetiva para se chegar à grande maioria dos alunos.

No processo de apropriação do conhecimento, existem alguns conceitos errados segundo os quais as pessoas chegam a esse conhecimento, dentre os quais podemos destacar:

- ✓ as pessoas transferem de forma previsível a aprendizagem de uma situação para outra;
- ✓ quem aprende é um receptor passivo de sabedoria – recipiente vazio no qual o conhecimento é derramado;
- ✓ aprendizagem é o fortalecimento dos vínculos entre estímulo e resposta correta;
- ✓ o que importa é obter a resposta correta;
- ✓ para que as habilidades e conhecimentos possam ser transferidos para novas situações, devem ser utilizados independentemente dos contextos em que serão utilizados.

A utilização desses conceitos podem acabar afastando muito os estudantes de uma aprendizagem significativa.

Uma aula contextualizada leva o aluno a interagir com o que está sendo ministrado, e isso proporciona uma maior compreensão e entendimento do conteúdo exposto.

Para avaliar se a estratégia da aula contextualizada está realmente sendo positiva no aprendizado, algumas metas devem ser observadas.

Jorge Luiz Farago (2003), em sua dissertação de mestrado, ressalta alguns itens a serem observados para avaliar o sucesso de um ensino contextualizado:

- ✓ os alunos são capazes de transferir conhecimentos de conteúdos acadêmicos para aplicações vocacionais e da escola para o local de trabalho;

- ✓ os alunos não têm medo de estudar matérias acadêmicas como Matemática e Física;
- ✓ os alunos estão mais interessados e motivados e entendem melhor o valor da matéria e da escola em geral do que em aulas nas quais os métodos são tradicionais.;
- ✓ a população estudantil, que tradicionalmente apresentava baixo desempenho em matérias acadêmicas, apresenta melhora de desempenho;
- ✓ a maioria dos alunos em um curso com um ensino tradicional não vinham tendo alto desempenho naquela matéria ou disciplina;
- ✓ a maioria dos alunos em um curso com ensino contextual não tem dificuldades de aprendizagem.

Diante desse quadro, somos impelidos a concluir que a aprendizagem de modo geral e, particularmente a aprendizagem em matemática só se dará efetivamente quando este fizer algum sentido prático para o aluno.

A busca desse sentido prático e do significado passa por alguns caminhos e possibilidades, e, dentre elas, a possibilidade do uso da História da Matemática se faz presente, como veremos no próximo capítulo.

CAPÍTULO 2

A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

2.1.INTRODUÇÃO

Estudar e repensar as dificuldades que os antigos matemáticos enfrentaram, quando, por meio de tentativas e erros, chegaram a relações potencialmente valiosas, pode ser uma maneira de entendermos e identificarmos as dificuldades de nossos alunos atualmente e vislumbrar maneiras de sanar essa dificuldade.

A Matemática fornece instrumentos eficazes para compreender e atuar no mundo que nos cerca. É, pois, uma ferramenta essencial na solução de problemas do mundo em que vivemos. Dessa forma, algumas competências a serem pelo aluno ao estudar Matemática devem ser observadas.

As seguintes competências estão definidas nas Diretrizes Curriculares do Ministério da Educação:

- Representação e comunicação: leitura, transmissão de idéias, interpretação e produção de textos nas diversas formas características da Matemática. Algumas habilidades referentes a esta competência são:

- ✓ ler e interpretar dados apresentados em tabelas, gráficos, diagramas, fórmulas, equações, ou representações geométricas; Traduzir informações de uma dessas formas de apresentação para outra; Utilizar essas formas de apresentação de informações selecionando, em cada caso, as mais adequadas;

- ✓ ler e interpretar diferentes tipos de textos com informações apresentadas na forma de linguagem matemática como, por exemplo, artigos de conteúdo econômico, social ou cultural, que aparecem em jornais e revistas, em propagandas de promoções e vendas, apresentados em folhetos ou na mídia;
 - ✓ expressar-se com clareza sobre temas matemáticos, oralmente ou por escrito.
- Investigação e compreensão: capacidade de enfrentar desafios e resolução de situações-problema, utilizando-se de conceitos e procedimentos peculiares (experimentação, abstração, modelagem). Algumas habilidades referentes a esta competência são:
- ✓ Identificar os dados relevantes numa situação-problema, para buscar possíveis resoluções; Elaborar estratégias para resolver uma dada situação-problema; Identificar regularidade em dadas situações; Fazer estimativas; Interpretar, fazer uso e elaborar modelos e representações matemáticas para analisar situações; Reconhecer relações entre a Matemática e as outras áreas do conhecimento.
- Contextualização no âmbito histórico ou sócio-cultural, na forma de análise crítica das idéias e dos recursos da área, para questionar, modificar ou resolver problemas propostos. Algumas habilidades referentes a esta competência são:
- ✓ compreender a construção do conhecimento matemático como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época; Compreender a responsabilidade social associada à aquisição e ao uso do conhecimento matemático, sentindo-se mobilizado para diferentes ações que envolvam seu interesse

como cidadão ou de sua comunidade; Utilizar as ferramentas matemáticas para analisar situações de seu entorno real e propor soluções; etc. O objetivo é criar condições para uma aprendizagem motivadora, que leve a superar o distanciamento entre os conteúdos estudados e a experiência do aluno, estabelecendo relações entre os tópicos estudados e trazendo referências que podem ser de natureza histórica, cultural ou social, ou mesmo de dentro da própria Matemática.

Além de constituir um espaço privilegiado para a seleção de problemas, os Parâmetros consideram várias outras funções que a história poderia desempenhar em situações de ensino, tais como o desenvolvimento de atitudes e valores mais favoráveis diante do conhecimento matemático, o resgate da própria identidade cultural, a compreensão das relações entre tecnologia e herança cultural, a constituição de um olhar mais crítico sobre os objetos matemáticos, a sugestão de abordagens diferenciadas e a compreensão de obstáculos encontrados pelos alunos

Muitos autores defendem a importância da História no processo de ensino-aprendizagem da Matemática por considerar que isso possibilitaria a desmistificação da Matemática.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais, é proposta a valorização de histórias sociais e culturais da Matemática e o questionamento da história da Matemática única, de característica eurocentrista, proposta que é considerada por Miguel e Miorim (2005). Eles consideram também a importância de ser realizado um trabalho que aproxime a história da Matemática do Programa Etnomatemática, tendo em vista “explicitar a dinâmica da produção desse conhecimento, histórica e socialmente.” Segundo os Parâmetros, é de extrema

importância que em situações de ensino sejam consideradas as contribuições significativas de culturas que não tiveram hegemonia política, e, também que seja realizado um trabalho que busca explicar, entender e conviver com procedimentos, técnicas e habilidade matemáticas desenvolvidas no entorno sociocultural próprio a certos grupos sociais.

Como se dá a aprendizagem? Os alunos aprendem todos ao mesmo tempo, da mesma maneira, ou cada um a seu tempo e modo? Por que alguns aprendem certos conceitos com facilidade e outros não? Como ensinar para obter um melhor aprendizado?

Há algumas décadas, acreditava-se que os alunos aprendiam apenas recebendo informações de um professor, que as tinha prontas e acabadas. O professor explicava, ditava regras, mostrava figuras. O aluno ouvia, copiava, decorava e devia aprender. Quando não aprendia, culpava-se o aluno (desatento, irresponsável) ou a falta de “jeito” do professor.

Sabemos que atualmente existem outros conceitos sobre o processo de ensino-aprendizagem. São novas idéias fruto de trabalhos desenvolvidos por professores e psicólogos através da Psicologia Cognitiva.

A Psicologia Cognitiva se aplica ao processo de conhecimento e aprendizagem de modo geral, e é interessante perceber as suas aplicações especificamente no aprendizado de Matemática. Sem negar completamente as idéias antigas sobre o aprendizado que se dava através de receber informações, treinar e decorar regras, a Psicologia Cognitiva propõe que esse aprendizado, ocorrendo com esses métodos antigos ou não, o faça de maneira compreensiva e significativa.

Um dos principais pensadores desta linha é Piaget, que não elaborou uma teoria de aprendizagem, mas sim a teoria do desenvolvimento mental.

Segundo a Psicologia Cognitiva:

- ✓ alunos mais novos pensam de maneira diferente dos adultos;
- ✓ cada aluno pensa de maneira diferente de outro aluno;
- ✓ o pensamento evolui, passa por estágios; em cada estágio, o aluno tem uma maneira especial de compreender e explicar as coisas do mundo;
- ✓ aprender com compreensão é um processo pessoal, que acontece dentro da cabeça de cada um. Para que esse processo se efetive, o aluno tem de pensar por si próprio;
- ✓ receber simplesmente informações de um professor não é suficiente para que o aluno aprenda com compreensão porque nesse caso, o aluno fica passivo, não pensa com a própria cabeça.

Um dos recursos que o professor tem para tirar o aluno da condição de espectador passivo é o tratamento contextualizado do conhecimento. Em Matemática, a contextualização pode ser bastante útil e leva o aluno a uma aprendizagem significativa.

O ensino fora de contexto tem se mostrado ineficaz, pois os alunos, de forma geral, memorizam as informações recebidas durante as aulas de Matemática e as reproduzem nos instrumentos de avaliação, sem desenvolver competências para aplicá-las em situações distintas das abordadas em sala de aula.

A História da Matemática pode levar à contextualização. Essa é uma maneira de aproximar o mundo matemático ao universo do aluno e a realidade que o cerca. A aprendizagem contextualizada é um contexto relativamente

recente da ciência cognitiva, em contraposição às teorias essencialmente direcionadas como o behaviorismo, que predominaram por muitas décadas na educação.

No ensino contextualizado de Matemática, os alunos adquirem conhecimentos que podem ser aplicados ou mesmo associados à situação real de seu cotidiano. A partir daí, o aluno é capaz de aplicá-lo a novas situações, e poderá ser associado para a resolução de novos problemas que apareçam.

Carlos Roberto Viana (1995), defende que não apenas o estudo da História da Matemática pode contribuir para uma melhor compreensão do conteúdo matemático, como o estudo da História e dos problemas teóricos e metodológicos a ela associados pode lançar alguma luz sobre o conhecimento deste conteúdo matemático.

Uma outra importância do uso da História da Matemática consiste na representação da matemática em linguagem simbólica. De um modo geral, a Matemática tem sido ensinada enfatizando-se a técnica de fazer cálculos, sem que os símbolos matemáticos tenham algum significado para os alunos, que os utilizam de uma maneira automática. Acaba-se, assim, operando com símbolos matemáticos com pouco ou nenhum conhecimento do significado das operações realizadas. E muitas vezes a matemática torna-se objeto de aversão por parte dos alunos do nível elementar, justamente pela dificuldade de compreensão da linguagem.

Essa situação já nos mostra que o ensino da matemática está profundamente relacionado com a compreensão da linguagem. A própria motivação para o aprendizado pode ficar comprometida, surgindo no aluno uma inquietação natural com relação à razão de ser daquele estudo, tão mais árido

quanto mais obscuro parece ser seu significado. Quando um aluno pergunta por que deve estudar um tópico determinado, o professor às vezes sugere que ele espere até um futuro mais ou menos distante, no qual certamente estará maduro o suficiente para entender o porquê das coisas. De fato, um posterior estudo prolongado e aprofundado de Matemática, poderá responder às suas indagações, se é que ele ainda lembra quais eram. Mas considerando que poucos alunos do nível básico irão prosseguir os estudos em matemática especificamente, esse argumento fica no mínimo inaplicável a muitos alunos. A fragilidade desse tipo de argumentação já era identificada por Kline na década de 70: *“tem-se que apresentar motivação juntamente com o tópico a ser ensinado. Não adianta assegurar aos alunos que algum dia apreciarão o valor da matemática que se lhes pede que aprendam.”* (KLINE, 1976, p71)

A História da Noção de Número nos fornece um exemplo dessa situação. A par dos diferentes sistemas de numeração já empregados pela humanidade, contata-se também uma enorme variação do significado do número ao longo da história. Basta considerar a crise da Escola Pitagórica causada pela descoberta dos Incomensuráveis por volta do século V a.C. A perplaePr 4.49983 594.42.29temia9738 m(l

aos olhos dos pesquisadores, é freqüentemente obscuro para quem está ainda procurando aprender matemática elementar. Para um aluno de matemática elementar, essa simbolização distante do significado pode aparentar simplesmente a não existência do significado algum. As relações sintáticas somente podem ser apreendidas pelo aluno aos poucos, na medida em que ele vai compreendendo a estrutura formal da matemática sistematizada.

A ênfase às vezes dada ao desenvolvimento das habilidades de realizar cálculos e operações, em detrimento do tratamento adequado do significado dos símbolos e algoritmos utilizados, pode ser uma das causas da aversão à matemática. Diante disso, podemos dizer que há uma relação entre o ensino de matemática e significado.

Muito mais do que a aprendizagem de técnicas para operar com símbolos, a matemática relaciona-se de modo substancial com o desenvolvimento da capacidade de interpretar, analisar, sintetizar, significar, conceber, transcender o imediatamente sensível, extrapolar, projetar.

2.2. A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO

Em geral, o desenvolvimento histórico dos temas de Matemática estudados não são apresentados para os alunos e, muitas vezes, os estudantes não vêem esse desenvolvimento nem mesmo em um curso mais avançado

É possível que muitas das dificuldades que os alunos encontram na aprendizagem da Matemática sejam resultados de ensinarmos apenas procedimentos e regras, limitando sua capacidade de compreender os conceitos,

as representações e as atividades que são importantes neste domínio do conhecimento.

O uso da História da Matemática pode auxiliar no conhecimento matemático, ajudando o aluno a compreender tais métodos e fórmulas usadas hoje na Matemática. Além disso, pode motivar o aluno a se aprofundar no assunto, tendo uma visão de como esses tipos de problemas eram resolvidos antes de existir o que hoje nos é familiar.

Quanto ao desenvolvimento histórico, D'Ambrósio (1997, p. 113) considera que *“somente através de um conhecimento aprofundado e global de nosso passado é que poderemos entender nossa situação no presente e, a partir daí, ativar nossa criatividade com propostas que ofereçam ao mundo todo um futuro melhor.”*

Ainda segundo D'Ambrósio (1997), algumas das finalidades principais da História da Matemática seriam:

- ✓ para situar a Matemática como uma manifestação cultural de todos os povos em todos os tempos, como a linguagem, os costumes, os valores, as crenças e os hábitos, e como tal diversificada nas suas origens e na sua evolução;
- ✓ para mostrar que a Matemática que se estuda nas escolas é uma das muitas formas de Matemática desenvolvidas pela humanidade;
- ✓ para destacar que essa Matemática teve sua origem nas culturas da Antigüidade mediterrânea e se desenvolveu ao longo da Idade Média e somente a partir do século XVII se organizou como um corpo de conhecimentos, com um estilo próprio;

- ✓ para saber que desde então a Matemática foi incorporada aos sistemas escolares das nações colonizadas, se tornou indispensável em todo o mundo em consequência do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico, e avaliar as consequências sócio-culturais dessa incorporação.

D'Ambrósio afirma que

Manifestações matemáticas é muito mais que apenas manipular notações e operações aritméticas, ou lidar com a álgebra e calcular áreas e volumes, mas principalmente lidar em geral com relações e comparações quantitativas e com as formas espaciais do mundo real, e fazer classificações e inferências. Assim, encontramos matemática nos trabalhos artesanais, nas manifestações artísticas e nas práticas comerciais e industriais. (D'AMBROSIO, 1997)

E assim, a História da Matemática poderia estar mostrando inclusive para o próprio professor essas manifestações culturais que muito contribuiriam para a formação do cidadão consciente.

Através da História da Matemática, podemos perceber que *“Matemática que se estuda nas escolas é uma das muitas formas de Matemática desenvolvidas pela humanidade.”* Ubiratan nos fala em seu artigo que

É importante mostrar a aritmética não apenas como a manipulação de números e de operações e a geometria não feita apenas de figuras e de formas perfeitas, sem cores. Pode-se dar como exemplo as decorações dos índios brasileiros, as diversas formas de se construir papagaios, comparar as dimensões das bandeiras de vários países, e conhecer e comparar medidas como as que se dão nas feiras: litro de arroz, bacia de legumes, maço de cebolinha. Tudo isso representa medidas usuais, praticadas e comuns no dia a dia do povo, e que respondem a uma estrutura matemática rigorosa, entendido um rigor adequado para aquelas práticas. (D'AMBROSIO, 1997)

A grande maioria de nossos alunos não tem essa visão de que a Matemática que se estuda, conquanto seja uma Matemática universal, possui ainda outras diversas formas de manifestação e representação presentes ainda hoje, em algumas culturas. Mostrar isso através da História da Matemática requer que o professor busque apoio em literatura, livros paradidáticos suplementos, revistas, enfim, que contenham exemplos de matemáticas de outras culturas.

Uma outra importância do uso da História da Matemática é fornecer subsídios para respostas do tipo “para que serve?”

Segundo Brolezzi (1991), quando o aluno pergunta “para que serve”, em geral é sinal de que é preciso repensar a metodologia do ensino para que este tenha significado. E isso pode ser feito com um bom estudo de História da Matemática. Ele ainda afirma que

A história não mostra por que cada coisa foi criada. Muitas vezes, o que é surpreendente para o professor, a matemática se desenvolveu sem muito sentido prático. É uma grande falsidade pensar que a Matemática nasceu das necessidades práticas do dia-a-dia. A matemática é abstrata, esse é seu grande valor. Não serve para nada. E ao mesmo tempo serve para tudo. Toda a tecnologia atual está embasada em muita matemática. (BROLEZZI, 1991)

Naturalmente, a grande maioria de nós, sobretudo os matemáticos, discorda de que a Matemática “não serve para nada” , ao contrário o sentido e a aplicação dos conceitos matemáticos é que fazem dela uma ciência tão especial e apaixonante. O próprio Brolezzi dirá, em outro artigo comentado nas próximas páginas que ao invés de responder a todas as perguntas do tipo “para que serve?”, devemos nos colocar ao lado dos alunos e buscar na História da Matemática resposta para essas questões.

As Diretrizes Curriculares para Matemática no Ensino Médio enfatizam que é importante entender a história da Matemática no contexto da prática escolar como componente necessária de um dos objetivos primordiais da Matemática. Sendo assim, se faz necessário que os estudantes compreendam a natureza da Matemática e a sua relevância na vida da humanidade. Não se trata com esta tendência histórica de, apenas, retratar curiosidades ou um conjunto de biografias de matemáticos famosos, mas sim, de vincular as descobertas matemáticas aos fatos sociais e políticos, às circunstâncias históricas e às correntes filosóficas que determinavam o pensamento e influenciavam no avanço científico de cada época.

Considera-se a História da Matemática como um elemento orientador na elaboração de atividades, na criação das situações-problema, na fonte de busca, na compreensão e como elemento esclarecedor de conceitos matemáticos. Possibilita o levantamento e a discussão das razões para a aceitação de certos fatos, raciocínios e procedimentos por parte do estudante.

Para Miguel e Miorim (2004) a história deve ser o fio condutor que direciona as explicações dadas aos porquês da Matemática, bem como, para a promoção de ensino e da aprendizagem da Matemática escolar baseado na compreensão e na significação. É pela História da Matemática que se tem possibilidade do estudante entender como o conhecimento matemático é construído historicamente.

Segundo Jean Paul Guichard,

Ao despir a Matemática das suas longas tradições para a vestir com conjuntos e estruturas, muitos assuntos perderam todo o encanto e atração.. Talvez não tenhamos despejado o bebê juntamente com a água da banheira ao retirar as matemáticas o conjunto dos assuntos e dos capítulos mais antigos e menos coerentes, mas perdemos com certeza o sabão: sabemos como é fácil encontrar estudantes que pensam que as matemáticas cheiram mal. (MIGUEL E MIORIM, 2004)

E Guichard propõe a seguinte situação:

Enunciamos o teorema seguinte, conhecido pelo nome de Teorema de Thales: Teorema 1. “Sejam A e B dois pontos diferentes e M um ponto qualquer de uma reta D; os pontos A', B' e M' sendo as imagens dos pontos A, B e M por uma projeção não constante p da reta D sobre uma reta D', o ponto M' tem a mesma abscissa no referencial (A', B') que o ponto M no referencial (A, B)” Este é o texto de uma manual de ensino francês, correspondente ao programa de 1978 que está longe de ser uma exceção. Todo o capítulo sobre o teorema de Thales tem esse espírito. E onde é que está Thales em tudo isso? Pode haver manuais inserindo uma nota histórica sobre Thales, mas em nenhum se encontrará qualquer referência ao teorema estudado. Que atração pode exercer sobre um estudante uma tal apresentação? Onde está a problematização? Para que pode servir tal teorema? Não nos podemos espantar se ouvirmos reflexões do tipo: ‘Melhor seria se Thales não tivesse existido!...’ e da boca de estudantes que pensam que Thales viveu há algumas dezenas de anos. (MIGUEL E MIORIM, 2004)

Em seu livro, Miguel e Miorim dizem que “Thales mediu as pirâmides a partir da sua sombra tendo observado o momento em que a nossa própria sombra é igual à nossa altura.” E Michel Serres comenta:

a Geometria é astúcia, faz rodeios, pega uma via indireta para chegar ao que ultrapassa a prática imediata. A astúcia, aqui, está no modelo: construir por redução de razão constante um esqueleto da pirâmide. De fato, Thales não descobriu outra coisa além da possibilidade da redução, a idéia de razão, a noção de modelo. Para uma pirâmide inacessível, Thales inventa a escala. (MIGUEL E MIORIM, 2004)

Thales não descobriu senão isso... *“mas os nossos estudantes, durante a sua escolaridade, terão descoberto ao menos isso? As experiências que pude realizar em várias turmas mostram que não. E, no entanto, partindo do problema de Thales (medir a pirâmide) desemboca-se no coração de uma problemática motivadora que mobiliza o interesse e a reflexão dos estudantes, em que se modela o real, em que se sente a utilidade prática que pode ter a matemática, na qual se vêm fundir outros conhecimentos como a proporcionalidade. Estamos em presença, pois, da criação de uma situação didática rica em conseqüências.”* (MIGUEL E MIORIM, 2004)

Guichard afirma que

Neste exemplo, podemos entrever toda a complexidade do problema e o papel central que nele joga a história da matemática. Uma formação neste domínio permite realizar um recuo relativamente ao que se ensina, descolar da apresentação do manual, mas permite também a criação de novas situações didáticas pelo material que ela fornece e dar elementos para analisar estas novas situações assim como aquelas que as precederam. A utilização que se pode fazer da história da matemática permite analisar as nossas práticas de ensino. (MIGUEL E MIORIM, 2004)

O que Guichard e outros estudiosos da área propõem é que nos apropriemos da História da Matemática para criarmos situações didáticas que motivem e melhor expliquem os conteúdos que nos propusemos a transmitir. Guichard diz que uma boa formação nesta área nos permite ter uma visão mais ampla do que estamos ensinando de maneira a pensarmos no como foi realizada

esta descoberta, e também nos permite a criação de novas situações didáticas e nos dá elementos para analisar estas novas situações assim como aquelas que as precederam. Ele ainda afirma ainda que “o uso da História da Matemática nos permite analisar as nossas práticas de ensino. Os conhecimentos em História da Matemática permitem compreender melhor como chegamos aos conhecimentos atuais, porque é que se ensina este ou aquele capítulo.”(MIGUEL E MIORIM, 2004)

De fato, sem a perspectiva crítica que a História nos dá, a Matemática ensinada transforma-se pouco a pouco no seu próprio objeto, e os objetos matemáticos ficam desnaturados: já não são mais do que objetos de ensino. Aprendem-se os casos notáveis para eles mesmos, a noção de distância para ela mesma: está-se então em presença do fenômeno da transposição didática em que o objeto de ensino é o resultado de uma descontextualização, está separado da problemática que lhe deu origem e que faz viver a noção como saber. O saber toma o aspecto de uma realidade anti-histórica, intemporal, que se impõe por si mesma e que, sem produtor, aparecendo livre em relação a qualquer processo de produção, não se lhe pode contestar a origem, a utilidade, a pertinência.

Por tudo isso, tem-se buscado uma maneira de reencontrar o sentido do que se ensina e uma das ferramentas para isso tem sido a história da matemática.

Na verdade, essa maneira de contextualizar o ensino, explicar o sentido do que se faz , enfim, colocar as questões numa perspectiva histórica, tudo isso não é uma preocupação nova e estranha aos matemáticos, mas já foi pensada por matemáticos em séculos passados. Por exemplo, o tratado do Marquês de

L'Hospital "Analyse des infiniments petits pour l'intelligence des lignes courbes" começa por um prefácio de quinze páginas, explicando o assunto tratado, o seu interesse, e colocando as novas técnicas no contexto histórico de Arquimedes a Leibniz.

A História da Matemática permite recuperar sentido, pois a notação simbólica não é tão aleatória como por vezes é mostrado ao aluno. Ela quase sempre traz implícita uma noção do traço das origens e a história do conceito que visa. Estudar e entender a origem desses símbolos que hoje nos parecem tão naturais, levaria o aluno a outras descobertas que o conduziram a uma aproximação maior com o conteúdo estudado e sua aplicação no seu dia a dia.

Miguel e Miorim nos fala que, em seus estudos, Guichard afirmava:

O sinal Σ (sigma maiúsculo), devido a Euler, é, em grego, a primeira letra da palavra soma. De igual modo o sinal \int (de integral) utilizado por Leibniz é também a inicial de soma e o d de dx, também imposto por Leibniz, é a inicial de diferença: estas notações lembram a origem dos conceitos que designam. O fato de eles terem sido adotados e conservados não se deve ao acaso. Eis o que dizia Leibniz a respeito do dx: 'se o nosso adversário (Newton) tivesse tido conhecimento desta relação (entre as potências e as diferenças) não teria utilizado, para indicar os diversos tipos de diferenças, as letras (y) que não são apropriadas à designação do grau geral de uma diferença, mas teria conservado a notação "d" que o nosso jovem (Leibniz, quando jovem) tinha imposto, ou outra similar, porque assim "d" pode exprimir uma diferença de grau indeterminado.'" (MIGUEL E MIORIM, 2004)

Elaborar problemas, partindo da História da Matemática, é dar oportunidade ao aluno de conhecer a Matemática como campo do conhecimento que se encontra em construção e pensar em um ensino, não apenas em resolver exercícios repetitivos e padronizados, sem nenhuma relação com os outros campos do conhecimento. É também, uma possibilidade de dividir com eles as dúvidas e questionamentos que levam à construção da Ciência Matemática.

Como proceder a um ensino de Matemática, tendo as tendências como fontes de busca para abordagens metodológicas?

Toma-se como base o conteúdo funções. Um problema de função quadrática pode ser resolvido usando a História da Matemática como fonte problematizadora de forma que possibilite, ao estudante, compreender a evolução do conceito através dos tempos. No processo de resolução, recomenda-se usar métodos que privilegiam a apropriação dos conceitos que se encontram envolvidos. Intuitivamente, professor e estudantes chegam ao modelo matemático. A sistematização do modelo matemático se dá pela fundamentação teórica e metodológica que se encontra na tendência Modelagem Matemática.

A Modelagem Matemática é a arte de transformar situações do meio cotidiano em modelos matemáticos. Também pode ser usada como instrumento motivador para o aprendizado da Matemática. Entretanto, não será explicitada nesse trabalho, pois foge de nossa linha de pesquisa.

Uma prática docente investigativa pressupõe a elaboração de problemas que partam da vivência dos estudantes e, no processo de resolução, transcenda para o conhecimento aceito e validado cientificamente. A fundamentação para tal prática é encontrada na Etnomatemática, que será comentada no capítulo 3.

Dentre as finalidades e pertinências do uso da História da Matemática podemos ainda destacar que, nas investigações e nos diálogos a respeito de noções matemáticas presentes no ensino, a história tem sido útil para:

- ✓ motivar, introduzir um conteúdo matemático, ou exemplificar; compreender as dificuldades de alguns conceitos;

- ✓ agregar elementos às concepções de uma Matemática elaborada por seres humanos, e, portanto, sujeita às condições sócio-culturais de produção, falível, sujeita a críticas;
- ✓ questionar a hegemonia dos estudos da história da matemática sob o ponto de vista somente de culturas dominantes (como a européia), incentivando os estudos e investigações das produções matemáticas de outras culturas, como a nossa;
- ✓ articular a matemática com outras ciências;
- ✓ relacionar e unificar os ramos da matemática;
- ✓ mostrar a importância da notação simbólica (linguagem) na constituição das formas e estruturas matemáticas, no processo histórico de construção dos objetos matemáticos por diferentes culturas;
- ✓ saber situar a matemática cronologicamente em relação aos produtores e à sua própria constituição, para poder compreender as condições de sua produção.

2.3 ESTRATÉGIAS PARA O USO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA COMO FERRAMENTA DE ENSINO DE MATEMÁTICA

O pensamento crítico envolve o raciocínio e o julgamento crítico. [...]. O pensamento criativo envolve habilidade, talento e julgamento criativo. [...]. Não há pensamento crítico sem o mínimo de julgamento criativo. [...] Não há pensamento criativo sem o mínimo de julgamento crítico. [...] A comunidade de investigação, especialmente quando utiliza o diálogo, é o contexto social mais apropriado para a geração do pensamento de ordem superior. (LIPMAM, 2001)

Como pensar a função da História da Matemática no ensino e aprendizagem da matemática? Entender matemática em um contexto histórico passado ajuda a entender a matemática atual e seu papel no mundo? Que ênfases devem ser trabalhadas para que o futuro professor possa fazer uma

transposição didática efetiva em termos da aprendizagem de seus alunos? Nesse campo conjunto de educação matemática e história da matemática, algumas indagações como essas têm respostas ou caminhos possíveis, mas que continuamente se renovam com o dinamismo das próprias ciências, dos interesses de seus estudiosos e dos instrumentos tecnológicos.

Lígia Arantes Sad (2003 p.2), salienta que é bom começar por uma reflexão na formação do professor de matemática em relação às preocupações desses profissionais sobre o desenvolvimento matemático de seus alunos. Assim, considerando a importância da aprendizagem matemática nesse processo, indagamos a respeito das potencialidades requeridas ao aluno, bem como o papel da matemática em termos de sua vida, dentro e fora da escola. Ao mesmo tempo questionamos se a inserção de uma abordagem histórica, como uma fonte de produção de conhecimentos ou como uma estratégia metodológica para o professor, pode contribuir a esse processo de desenvolvimento.

Segundo ela, os modos pelos quais podemos utilizar a História da Matemática em sala de aula têm hoje não um objetivo somente narrativo, descritivo, biográfico, mas centralmente de ação problematizadora, utilizando em especial o diálogo. Nessa direção podemos trabalhar o objeto matemático escolhido entre diversas produções de significados e conhecimentos que o constituíram historicamente, bem como as variações de contextos culturais, econômicos, políticos, religiosos e místicos, que o validaram como tal. Por exemplo, a questão do zero (como: "vazio", "nada", "número" etc), dos irracionais (como: "grandezas geométricas", "incomensuráveis", "números aproximados", "dígitos não periódicos", "elementos do conjunto dos números reais" etc), dos negativos (como: "absurdos", "torturas mentais", "números opostos dos positivos",

etc), dos infinitésimos (como: "quantidade evanescente", "quase nada", "elemento numérico menor que qualquer número real", etc), das funções (como: "relação entre duas quantidades variadas", "curvas ou fórmulas referentes a movimento", "relações representadas pela expressão e seu gráfico", "regra a qual dá um único valor y correspondente para x ", etc), e, várias outras questões: do infinito real, do ângulo, do triângulo, dos juros, das mensurações.

Em certos aspectos, a maneira de se usar a História da Matemática considerada por Lígia Arantes difere um pouco da maneira considerada por Ubiratan D'Ambrósio, pois como veremos, este considera importante a História oral e o retratar de vida e obra de matemáticos como maneira de se motivar o aluno no aprendizado da Matemática.

Para que a História da Matemática seja usada com eficiência pelos professores, é necessário que esta seja relevante para eles próprios, que também a eles se acrescentem algo. A História da Matemática para os professores deveria ter os pressupostos:

- ✓ levar os professores a conhecer a matemática do passado (função direta de História da Matemática);
- ✓ melhorar a compreensão da Matemática que eles irão ensinar (funções epistemológica e metodológicas);
- ✓ fornecer métodos e técnicas para incorporar materiais históricos em sua prática (uso da História em sala de aula);
- ✓ ampliar o entendimento do desenvolvimento do currículo e de sua profissão (História do Ensino de Matemática).

A Matemática Moderna vista somente sob o aspecto teórico acaba por a fazer-nos esquecer o papel prático da matemática: a maior parte dos conceitos matemáticos foi criada para resolver problemas. Ao perder de vista esses problemas, a matemática perdeu o seu sentido.

O interesse da fórmula de Héron dando a área de um triângulo a partir dos comprimentos dos seus três lados só pode conceber-se se pensarmos no problema prático dos agrimensores que queriam avaliar a área das parcelas de terreno com forma de polígono, decomponível em triângulos dos quais é fácil medir os lados mas para os quais seria bem mais problemático medir uma altura. O lado prático da Geometria resolvendo problemas concretos era mencionado em todas as obras antigas.

Também é interessante ver como Clairaut, no fim do seu prefácio, levantava toda uma outra problemática da Geometria de Euclides:

Que Euclides se tenha dado ao trabalho de demonstrar que dois círculos que se cortam não têm o mesmo centro, que um triângulo metido dentro de um outro tem a soma dos seus lados menor que a do triângulo em que está metido, não é surpreendente. Este geômetra tinha de convencer sofistas obstinados, que faziam a sua glória na recusa das verdades mais evidentes: era preciso então que a geometria tivesse, como a lógica, o socorro dos raciocínios em forma, para tapar a boca dos sofistas. (CLAIRAUT, appud MIGUEL E MIORIM, 2004)

Onde estão os sofistas de hoje? Pelo contrário, seguindo a via preconizada por Clairaut, *"os principiantes apercebem-se a cada passo que foi preciso dar, a razão que determina o inventor, e por essa via, podem adquirir mais facilmente o espírito da invenção, para uma mesma matéria, um mesmo capítulo, a problemáticas diferentes correspondem vias de acesso e de apresentação diferentes."* (CLAIRAUT, appud MIGUEL E MIORIM, 2004)

Carlos Roberto Viana, em sua dissertação de mestrado "Matemática e História: Algumas relações e Implicações Pedagógicas", disse:

Tenho constatado que nos livros didáticos brasileiros há uma forte tendência em incluir páginas ou pequenos textos sobre a História da Matemática, porém o modo como essa inclusão vem ocorrendo “pouco ou nada tem contribuído para a aprendizagem da Matemática, o que poderá conduzir ao abandono, em pouco tempo do uso da História como mais uma tentativa fracassada de dar significado ao ensino da Matemática. (VIANA, 1995)

Na verdade, o que Carlos Roberto nos mostra, é que os livros didáticos até podem trazer alguns tópicos de História da Matemática, mas dependendo de como se trabalham esses tópicos, o mesmo pode tornar-se inócuo, ou, pior, se usado inadequadamente pode trazer mais aversão ao aluno que se sentirá “obrigado” a ler a História da Matemática em seu livro, mas não saberá fazer uma ponte entre ela e os conteúdos aprendidos.

Então, temos uma pergunta a fazer em relação ao uso da História da Matemática: o que se pode fazer de história nas aulas de Matemática?

Ubiratan D’Ambrósio, em seu artigo “A Interface entre História e Matemática” nos dá algumas dicas de como podemos aplicar a História da Matemática em aulas de Matemática:

Uma vertente pouco cultivada é a da História Oral. Essencialmente, retratar, pelos seus próprios depoimentos, a vida e obra de matemáticos brasileiros. Além da valorização e do reconhecimento da contribuição de nossos conterrâneos à Matemática e à sua difusão aqui no Brasil, esse trabalho servirá para preservar a memória nacional, extremamente importante para os historiadores do futuro. Nos países que foram berço de desenvolvimento matemático, uma prática interessante tem sido "Excursões Matemáticas" de cunho histórico. Por exemplo, visitas à casa onde nasceu Isaac Newton, à universidade onde estudou. Outra atividade é o levantamento de monumentos dedicados a um matemático célebre e também a iconografia. No Brasil esse material é paupérrimo. Mas há possibilidades. Por exemplo, uma excursão a Queluz, onde há um pequeno museu de Malba Tahan, é muito interessante. Ou mesmo visita para reconhecimento de obras a bibliotecas públicas e privadas. ((D’AMBROSIO, artigo de internet, “A interface entre História e Matemática, em 25 novembro 2006)

Segundo D’Ambrosio, o contato com algum material feito ou usado por algum matemático, poderia despertar no aluno a curiosidade de saber mais sobre esse matemático, e, melhor ainda, a vontade de descobrir a obra desse

matemático, suas contribuições para a Matemática, e, assim um interesse maior por essa disciplina poderia se desencadear.

D'Ambrósio (1997) afirma, ainda, que há muita matemática feita por não matemáticos. Nesse sentido, ele nos atenta para o fato de observarmos à nossa volta e descortinar para nós e para os alunos, todas as práticas cotidianas que estão repletas de Matemática. “Por exemplo, Fermat muitas vezes é chamado ‘O Príncipe dos Matemáticos Amadores’. Mas também é claro que há muita matemática implícita em obras não matemáticas, do dia-a-dia. Essa é uma das grandes lições que tiramos da História da Matemática. Muitas das grandes teorias matemáticas têm sua origem em práticas cotidianas.” (D'AMBROSIO, artigo de internet, “A interface entre História e Matemática)

D'Ambrósio segue ainda dando algumas sugestões para professores de como nos apercebermos da presença da Matemática em nossa volta, e como usar isso como se fosse uma História Viva da Matemática, uma história presente e atual: *“qualquer indivíduo, durante todo o seu dia, calcula, mesmo sem se aperceber disso, tempo e espaço, e traça planos de ação.. Identificar essa Matemática do cotidiano é algo que pode ser muito bem explorado pelos professores. É atual, interessante e útil.”* (D'AMBROSIO, idem)

Exercícios práticos e relativamente simples de se realizar, usando conhecimentos matemáticos, seriam, segundo D'Ambrósio, uma maneira de chamar a atenção dos alunos para a presença da Matemática como uma maneira de se construir a própria história de sua cidade, por exemplo.

Um outro exercício interessante, de natureza histórica, é o levantamento de fatos matemáticos numa comunidade. Desde o traçado da cidade (em alguns casos, as cidades brasileiras foram planejadas) até a construção e localização de monumentos. Os urbanistas, os arquitetos, os políticos e empresários, todos fizeram um estudo preliminar e um projeto para suas ações. Fizeram um modelo ou um planejamento, sempre repousando sobre uma análise matemática. Isto pode ser objeto de interessantes pesquisas. (D'AMBROSIO, ibidem)

E ainda uma outra sugestão de D'Ambrósio de caráter histórico seria escrever sobre professores secundários de matemática que marcaram uma escola ou mesmo uma comunidade. Se ainda vivos, entrevistá-los. Se já falecidos, entrevistar parentes, amigos, ex-alunos. Segundo ele,

Esse tema é pertinente, rico e pode trazer informações importantes. Tenho orientado alunos fazendo monografias e dissertações nessa direção. A memória de matemáticos, de professores de matemática e de atividades matemáticas brasileiras é muito importante e deveria ter prioridade em cursos de História da Matemática. Dão excelentes e importantes temas para monografias, dissertações e teses, e mesmo temas para projetos de pesquisa para docentes e pesquisadores. (D'AMBROSIO, artigo de internet, "A interface entre História e Matemática, em 25 novembro 2006)

Dessa forma, existem muitas maneiras de se usar a História como pano de fundo para as aulas de Matemática, sem, necessariamente ter de recorrer ao livro didático ou ao para-didático, ainda que sem os descarta-los, naturalmente. Pelas observações e sugestões de D'Ambrósio, percebemos que muitas atividades podem ser feitas com um duplo intuito: contextualizar a Matemática na História e também como meio de mostrar a presença atual e constante da Matemática no nosso dia-a-dia.

A História da Matemática poderá ser usada como algo motivador, mas não pode ser mostrada como algo definitivo. D'Ambrósio afirma que A História da Matemática no ensino deve ser encarada sobretudo pelo seu valor de motivação para a Matemática. Deve-se dar curiosidades, coisas interessantes e que poderão motivar alguns alunos. Outros alunos não se interessarão." *Mas isso é natural. Alguns gostam de esporte, outros não gostam. Alguns gostam de música, outros não gostam. Alguns gostam de camarão, outros não gostam. Com Matemática não é diferente.*" ((D'AMBROSIO, idem.)

Devemos também evitar transmitir a imagem falsa de que tal descoberta ou acontecimento matemático se deu naquela data específica, com aqueles nomes, de caráter peremptório.

Segundo D'Ambrosio,

Jamais se deve dar a impressão, através de um desfile de nomes, datas, resultados, casos, fatos, que se está ensinando a origem de resultados e teorias matemáticas. Sabe-se que as necessidades e as idéias vão se organizando ao longo da história, em tempos e lugares difíceis de serem localizados. Numa certa época, as idéias começam a se organizar, a tomar corpo, e a serem identificadas como isso ou aquilo. A partir daí entram para a "história". Mas não nasceram assim. (D'AMBROSIO, ibidem).

Uma outra maneira de se praticar história no ensino é fazer acompanhar cada ponto do currículo tradicional por uma explanação do contexto socioeconômico e cultural no qual aquela teoria ou prática se criou, como e porque se desenvolveu. Isso é muito freqüente nos cursos de história da matemática.

Mas para se adotar essa prática, D'Ambrósio acredita que a formação do professor é essencial. Em algumas licenciaturas há uma ou duas disciplinas de História da Matemática. Mas nem todo professor teve um curso de História da Matemática. Na pesquisa feita com professores da rede pública e privada, apenas 12,5% dos entrevistados tiveram essa disciplina em sua graduação. (vide cap.5). A maioria só foi cursar essa disciplina na pós-graduação, quer seja lato ou strictu-sensu.

Então, na verdade esse professor precisa, ele mesmo, pesquisar preparar aulas aplicando a História da Matemática. Muitos, infelizmente, não tem acesso a livros especializados. A preparação que permite ao professor fazer uma abordagem histórico-crítica exige um aprendizado permanente.

Geralmente vem como resultado de ele ter feito as disciplinas tradicionais dos programas e de ter refletido sobre esses cursos, feito leituras e lido

curiosidade sobre os conteúdos tradicionais. Insisto na palavra sobre. Não é necessário que ele conheça profundamente o tema para poder falar sobre o tema. Mas é importante que ele esteja preparado para dizer 'Isso não sei' ou 'Isso eu não consegui entender'. Um professor que não for capaz de dizer isso para seus alunos será extremamente limitado, amedrontado e as suas aulas serão muito pobres e enganadoras. (D'AMBROSIO, artigo de internet, "A interface entre História e Matemática, em 25 novembro 2006)

O uso da História da Matemática não pode ser feito sem que o professor conheça o assunto que está sendo abordado, e saiba as potencialidades a serem desenvolvidas no uso dessa história.

Hans Freudenthal (1981) considera um bom programa de História da Matemática aquele que é capaz de responder as questões norteadoras:

- ✓ por que isso não foi descoberto antes?
- ✓ a partir de que problemas esse tema se desenvolveu?
- ✓ quais eram as forças que o impulsionavam?
- ✓ por que foi essa descoberta tão importante?
- ✓ por que foi ela praticamente não notada pelos seus contemporâneos (não matemáticos) e continua assim até hoje?

Segundo Freudenthal (1981), o programa formulado nas cinco questões acima, reconhece que "a história da matemática deveria ser conhecimento integrado, mais guiado pela história que pela matemática, analisando mais os processos que os produtos." Segundo ele, existe o perigo de se fazer uma história anedotária: "notas históricas em livros escolares muitas vezes são pequenas histórias, isoladas, muitas vezes enganadoras e mais entretenimento que verdades". (FREUDENTHAL, apud D'AMBROSIO, artigo de internet, "A interface entre História e Matemática, em 25 novembro 2006)

Porém, é possível fazer uma história da matemática interessante e atrativa, evitando todas essas distorções.

Contextualizar não quer dizer um texto menos rigoroso, impreciso e “aliviado” de uma matemática correta.

Segundo Brolezzi (2003, p3), o uso direto, ou seja contar a história da Matemática, é talvez o tipo de utilização menos interessante e necessário. Brolezzi propõe que “é imprescindível conhecer a história para poder recheiar o ensino de ligações entre os conceitos, de exemplos de aplicação, de diferentes modos de pensar, de diferentes linguagens, de problemas interessantes, de jogos e de toda a cultura matemática fornecida pelo uso da história”. Ao invés de respondermos a todas as perguntas tipo “para que serve?” dos alunos, Brolezzi propõe que nos coloquemos ao lado dos alunos e busquemos, também na história da matemática essas respostas. Assim os alunos irão saber que as coisas não estão todas escritas e que há muito mais mistério na vida que respostas prontas. Parece-nos aqui que Brolezzi dá um outro significado à importância da Matemática, pois em artigo anterior, ele havia dito que “...a Matemática não serve para nada... e ao mesmo tempo serve para tudo...”

O recurso à História como instrumento de ensino deve ser dosado de acordo com o assunto que está sendo ministrado. Utilizando um livro de História da Matemática por assunto, o professor pode aprofundar o quanto queira na História, e fazer uso de toda essa informação. Essa digressão Histórica pode ter uma certa duração. Mas pode também - esse é, sem dúvida, o grande potencial didático desse tipo de livro - simplesmente captar na gênese histórica de um tópico específico o modo, a metodologia, a lógica que caracterizam seu surgimento. A partir daí, procura-se reproduzir na sala de aula passos análogos aos da seqüência criadora do conhecimento que se quer transmitir. Não é necessário, nesse nível de utilização, contar a história propriamente dita de um

assunto. Deixando de lado dados supérfluos, pode ser suficiente ater-se somente à seqüência lógica que levou à construção daquele conhecimento matemático pelos homens de outrora, depurando-a de pormenores desnecessários ou de desvios irrelevantes para os fins almejados.

Para isso, o conhecimento histórico requerido por parte do professor é muito mais profundo. Não basta saber alguns dados biográficos que possam ilustrar as aulas, nem saber localizar no espaço e no tempo o conteúdo do currículo. É necessário ir além, adentrando os processos de criação da Matemática, tal como nos apresenta a sua história, e obtendo as chaves para abrir aos alunos as portas de acesso ao conhecimento matemático. Essa imagem das chaves não é, entretanto, inteiramente apropriada, pois dá margem a que se pense que o acesso à Matemática se dá por meio de portas com fechadura e segredo único, e isso não é exatamente o que acontece na aprendizagem. Na verdade, esse mergulho na História da criação matemática justamente leva a descoberta de uma infinidade de modos e de chegar a um resultado, desde que se respeite a lógica própria da construção do conhecimento, a qual permite uma ampla variedade de abordagens.

A vida de Gauss, por exemplo, pode ser interessante de ser apresentada aos alunos. Mas basta um pequeno trecho, um pequeno fato narrado com simplicidade, para que capturemos a lógica para ensinar um assunto como a fórmula da soma da Progressão Aritmética, o que interessa é que Gauss tenha conseguido, aos dez anos (e, portanto, antes de ter aprendido qualquer coisa sobre o rigor formal matemático), somar uma série de 100 números simplesmente observando que a soma do primeiro com o último era igual a soma do segundo com o penúltimo e assim por diante. Se o professor quiser trabalhar com os

alunos sobre a vida inteira de Gauss ou se quiser colocá-los a par do que se passava no mundo quando Gauss tinha dez anos, isso é uma outra questão. Pouco importa também se os números somados forem os de 1 a 100, ou de 81495 até 100899, com passo 198. Para que se obtenha a lógica da construção desse conceito, que é o fim a que nos propomos, tampouco faria grande diferença se o professor trocasse o nome de Gauss pelo Euler ou Newton, ou ainda se dissesse que foi um primo seu o autor da proeza. Isso não quer dizer que devemos desprezar a verdade histórica, mas apenas ressaltar que tipo de informação é fundamental de se buscar na História da Matemática para obter, e que tipo de informação é apenas complementar.

Na verdade, ainda que as informações encontradas na História da Matemática não sejam, por si só, relevantes, o simples fato de essa busca motivar o aluno e levá-lo a se interessar por essa ciência já torna o uso da História da Matemática significativo e válido no processo da aprendizagem.

CAPÍTULO 3

ABORDAGENS DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA EM SALA DE AULA

VÁRIOS TIPOS DE ABORDAGENS

A História da Matemática em sala de aula pode ser vista sob diversas abordagens. Cristina Dalva Van Berghen Motta (2006), em sua dissertação de mestrado, analisa as abordagens apresentadas por três estudiosos:

a) Waldegg (Guilhermina Waldegg, *Construtivismo e Educação Matemática*, México, 1992) – sugere que a ligação entre a História da Matemática e a Psicologia da Matemática seja assegurada pela epistemologia. Para ela, as questões que podem ser postas à História da Matemática são essencialmente epistemológicas, porque são provenientes de situações de apreensão de conceitos e de construção de saberes. Assim como a História revela o desenvolvimento dos conceitos matemáticos contidos nos programas acadêmicos, o programa metodológico que se apresenta ao professor é: qual o gênero de história que se irá trabalhar? A história enquanto anedota, que apresenta os aspectos humanos da construção dos conceitos e busca, principalmente, motivar os alunos? Ou a história que nos permite interrogar a propósito das condições da construção de um saber, da transformação das noções e da evolução dos conceitos matemáticos?

Waldegg apresenta quatro diferentes perspectivas para a abordagem da História da Matemática em sala de aula que mostram o papel da epistemologia no projeto didático:

- ✓ abordagem dos obstáculos epistemológicos → se refere à identificação na História dos mesmos obstáculos encontrados atualmente pelos estudantes na construção de um conceito;
- ✓ abordagem dos mecanismos de passagem → vê na História e no desenvolvimento individual uma analogia de etapas a serem percorridas para a construção de um conceito;
- ✓ abordagem pela transposição didática → busca na história das ligações entre os conhecimentos formais e escolares novas maneiras de compreender as diferenças entre as concepções do ensino e a prática da matemática;
- ✓ abordagem dos estatutos dos objetos matemáticos → tenta ligar a construção de certas categorias teóricas ao curso da história e dentro da evolução do pensamento científico dos alunos e questiona o hábito dos professores de introduzir os aspectos estruturais dos conceitos matemáticos operacionais, seguindo uma marcha contrária à da História.

b) Furinghetti (2005, apud Mota, Cristina Dalva Van Berghen), distingue dois temas básicos: a história para refletir sobre a natureza da matemática como um processo sócio-cultural e a história para construir objetos matemáticos. A escolha de um desses quadros teóricos determinaria o tipo de trabalho feito em sala de aula: o primeiro se refere à idéia de “humanizar a matemática” no trabalho em sala de aula e o segundo aos problemas relacionados com o ensino/aprendizagem da Matemática. Para ela, a expressão “humanizar a matemática” não tem um sentido muito claro, apesar de ser normalmente citada como um dos motivos para o uso da história no ensino de Matemática. Essa dificuldade é atribuída ao fato dessa expressão envolver questões matemáticas e

filosóficas. O ponto crucial da discussão filosófica é a existência ou não dos objetos matemáticos. Para os que pensam ser a Matemática pura independente das atividades humanas, a resposta é problemática, enquanto para os que vêem a Matemática como parte da atividade humana, a história exerce um papel afirmativo. De acordo com suas pesquisas, a autora verificou que “humanizar a matemática” é muitas vezes associado com a utilização de anedotas, estórias e vinhetas, relacionadas a fatores afetivos que intervêm nos processos de ensino e aprendizagem justificados com base nos sentimentos pessoais de satisfação dos professores com os resultados obtidos.

c) Miguel & Miorin (2004) - em seus estudos, dividem em 5 as perspectivas teóricas no campo de investigação História na Educação Matemática:

- ✓ perspectiva evolucionista linear → se baseia em um argumento recapitucionalista de cunho biológico. Daí, tudo se passa como se a produção cultural do passado tivesse o poder de projetar-se biologicamente (e cronologicamente, por se ter uma concepção evolutiva) sobre o presente e determinar, de algum modo, o seu curso. Esse ponto de vista acerca da produção do conhecimento no plano psicogenético condiciona, por sua vez, o modo de se conceber, no plano epistemológico, os próprios objetos de conhecimento e, particularmente, o modo de se conceber os objetos da Matemática e no plano pedagógico, o modo de se conceber o ensino-aprendizagem da Matemática. Vê no desenvolvimento psíquico da criança uma repetição abreviada da evolução filogenética e recorre à História para identificar a ordem cronológica em que os tópicos matemáticos surgiram e que deverão ser recapitulados no ensino. Com base nessa perspectiva, adotou-se um princípio estruturador dos programas de ensino de

Matemática segundo o qual a seqüência pedagógica ideal de desenvolvimento dos tópicos de ensino de Matemática escolar deveria acompanhar, mesmo de forma abreviada e não exaustiva, a seqüência cronológica do surgimento de tais tópicos na história. Sua concepção de aprendizagem: “Aprender Matemática é recapitular progressiva e cronologicamente os seus objetos de estudo pré-formados no tempo.” (MIGUEL E MIORIM, 2004, P 73);

- ✓ perspectiva estrutural - construtivista operatória - baseada nos estudos de Jean Piaget e de Rolando García, defende a subordinação da significação epistemológica adquirida por uma idéia ou estrutura, nos estágios superiores a seu desenvolvimento, ao modo como elas teriam sido construídas. Os objetos matemáticos são concebidos como complexos operatórios, ainda que a natureza de tais operações possa ser diferente dependendo do objeto considerado e a aprendizagem matemática é vista como uma reconstrução pessoal do conhecimento matemático já construído historicamente. Assim, tanto a construção histórica (filogênese) quanto a reconstrução pessoal (psicogênese) desenvolvem-se segundo um mesmo esquema evolutivo constituído por três etapas qualitativamente distintas (as etapas intra-operacional, interoperacional e trans-operacional. Vêm na forma invariante de atuação dos mecanismos cognitivos, operatórios e gerais de passagem tanto na filogênese quanto na ontogênese a defesa do argumento recapitulacionista, apesar de Piaget negar seguir o “princípio genético”. Com esta concepção, esta perspectiva recorre à História da Matemática como fonte para a busca de conflitos cognitivos que permitam a

passagem de uma etapa da construção do pensamento matemático para outra;

- ✓ perspectiva evolutiva descontínua - também defende o argumento recapitucionalista: ao afirmar que os obstáculos epistemológicos e os processos mentais deles decorrentes são os mesmos na filogênese e na ontogênese, esta perspectiva acaba por endossar o “princípio genético”. Assim, a História permitiria identificar os obstáculos epistemológicos constitutivos de um conhecimento matemático e construir situações-problema para superá-los. Aqui, faz-se uma distinção dos obstáculos epistemológicos: os de origem ontogênica seriam aqueles que “ se manifestariam em decorrência do desenvolvimento cognitivo do aluno, ou nas palavras de Brousseau, aqueles que se manifestam devido às limitações (neurofisiológicas entre outras) do sujeito em um determinado momento de seu desenvolvimento”. (MIGUEL E MIORIM, 2004, P 76). Já os obstáculos de origem didática seriam aqueles que se manifestariam em decorrência do modo de organização e transmissão do saber matemático no âmbito da escola.

Nessa perspectiva, os objetos matemáticos podem deixar de ser vistos como objetos operatórios, e passam, então, a ser concebidos como construtos cognitivo-conceituais, cujas propriedades – operatórias ou não - são construídas e percebidas no processo de ataque, por parte do aprendiz, a situações-problema, isto é, a situações com elementos condicionadores que requerem uma ou mais questões sejam investigadas e respondidas adequadamente. Nessa perspectiva, aprender Matemática é aprender a superar obstáculos;

- ✓ perspectiva sócio-cultural - enxerga o conhecimento matemático como resultante da negociação social de significados e a História da Matemática como uma fonte de experiências humanas que podem ser trabalhadas nas atividades didáticas em Matemática, através de um diálogo com as práticas atuais e o contexto da época da produção do conceito. Concebe o conhecimento em geral como um processo cujo produto é obtido através de negociações de significados resultantes da atividade social dos indivíduos, no interior do contexto cultural que o envolve. O conteúdo e a forma do conhecimento matemático são definidos pela complexa estrutura cultural extramatemática que o envolve e na qual ele se constitui e se desenvolve. Nessa perspectiva, a história da Matemática aparece como campo de possibilidade de constituição das situações, contextos e circunstâncias culturais engendradoras do conhecimento matemático e de suas transformações, e também das significações semióticas intra e interculturais produzidas e negociadas nos processos de circulação, recepção e transformação desse conhecimento em diferentes contextos e épocas. Assim, a História da Matemática seria um laboratório de experiências humanas com as quais se procura “dialogar através de um contraste oblíquo com as práticas pedagógicas atuais a fim de se construir atividades didáticas para o ensino – aprendizagem escolar da matemática”

;

- ✓ perspectiva dos jogos de vozes e ecos é baseada nas idéias de Vygotsky, usa os construtos teóricos do discurso de Bakhtin e Wittgenstein para buscar na História da Matemática contradições entre as vozes históricas produzidas na sistematização do discurso teórico da matemática e as vozes

dos estudantes, para propiciar que as características do conhecimento científico normalmente não trabalhadas na escola, como intuição, concepções que ferem o senso comum, diferentes formas de organização do discurso matemático, etc., sejam discutidas e apropriadas pelos estudantes. Entende-se por vozes, nessa perspectiva, toda expressão verbal ou não verbal, notadamente aquelas produzidas por cientistas do passado, que representariam importantes saltos históricos na evolução da Matemática e da ciência, e que funcionariam como veículos de um conteúdo e de uma organização do discurso e do horizonte cultural desses saltos. Quando tais vozes são apropriadas e ressignificadas por pessoas de outras épocas e de outros contextos, diz-se que produzem ecos. Assim, essas perspectivas desenham um novo quadro da História da Matemática, procuram novos olhares para retratá-la com as características próprias dos diferentes contextos culturais em que se achava inserida e montam um quadro que acentua os diferentes aspectos a serem contemplados.

Abordagem por meio da etnomatemática

A etnomatemática surgiu em meados da década de 1970, quando Ubiratan D'Ambrósio propôs que os programas educacionais deveriam dar ênfase às matemáticas produzidas pelas diferentes culturas. O papel da etnomatemática é reconhecer e registrar questões de relevância social que produzem conhecimento matemático. Esta tendência leva em consideração que não existe um único saber, mas vários saberes distintos e nenhum menos importante que outro. As manifestações matemáticas são percebidas através

de diferentes teorias e práticas, das mais diversas áreas, que emergem dos ambientes culturais.

A etnomatemática busca uma organização da sociedade que permite o exercício da crítica e a análise da realidade. Nesse sentido, é um importante campo de investigação que, por meio da Educação Matemática, prioriza um ensino que valoriza a história dos estudantes através do reconhecimento e respeito de suas raízes culturais. D'Ambrósio (1997, p. 42) afirma que *“reconhecer e respeitar as raízes de um indivíduo não significa ignorar e rejeitar as raízes do outro, mas num processo de síntese reforçar suas próprias raízes.”* O seu enfoque deverá relacionar-se a uma questão maior, como o ambiente do indivíduo e as relações de produção e trabalho, assim como se vincular a manifestações culturais como arte e religião.

Cada sociedade gera e busca satisfazer suas próprias necessidades intelectuais e suas necessidades materiais. Estes dois aspectos, o material e o intelectual, não podem ser separados, se não quisermos deixar de entender o sentido do conhecimento matemático produzido por uma sociedade. A sociedade atual tem certas necessidades tecnológicas que ela mesma gerou. Para atender estas necessidades, diversas ciências intervêm buscando resolver os desafios que surgem. Para construir os altos edifícios presentes em nosso meio- urbano, não basta somente a “habilidade” e a “experiência”.

Apesar de sermos seis bilhões de pessoas sobre o planeta Terra atualmente, ainda há espaço suficiente para vivermos em grupos menores. Porém, muitas pessoas pensam que não conseguem viver numa cidade de pequeno porte, porque as opções de lazer e de trabalho não são tão significativas como nas grandes cidades. Assim, podemos concluir que a questão não é a falta

de espaço, mas sim, o que a nossa cultura valoriza e exige de todos os cidadãos. Dessa maneira, todas as culturas valorizam-se de ferramentas matemáticas para resolver problemas. Se os professores e alunos não tomarem consciência e valorizarem os processos da Etnomatemática e da Modelagem Matemática, torna-se complicado convencê-los que a utilidade da matemática para resolver certo tipo de problema deveria motivá-los para o ensino-aprendizagem em Matemática.

Se o professor não considerar importante, não vai se preocupar em ensinar e se o aluno não considerar importante, não vai se preocupar em aprender. Talvez, o professor ensine porque está no currículo e talvez, o aluno aprende para fazer a avaliação e depois esquecer. Dessa forma, podemos afirmar que o conhecimento que não se encaixa com uma determinada cultura tende a extinguir-se, porque ele torna-se frágil em sua aplicação.

Neste contexto, a educação matemática assume uma dimensão importante, pois o método de educar matematicamente, passa a ser um processo de interação entre culturas, entre modos de pensar e de organizar o mundo.

Para que o aluno valorize os problemas motivadores, ou os problemas de aplicação retirados de sua realidade, como formas de aprender e valorizar a Matemática, é preciso que ele mergulhe em sua cultura, onde estes fatores são valorizados. Porém, para que isto ocorra, é necessário que as escolas respeitem as concepções a respeito de mundo que os nossos alunos possuem. Assim, nossos alunos compreenderão que a matemática existe dentro de uma cultura e por meio dela nós agimos sobre a nossa realidade, com o intuito de transformá-la ou preservá-la. Porém, existem outras realidades, outras culturas e outras matemáticas. Existe a matemática do carpinteiro, do médico, do pedreiro, do engenheiro; assim como existe a matemática da criança que vende bala na rua,

que constrói o seu cata-vento e que joga videogames. Em nossa sociedade globalizada, estas culturas estão se integrando e se interagindo dinamicamente. Nessa dinâmica cultural, todo o conhecimento é produzido. O conhecimento matemático também se produz neste contexto cultural, pois é parte deste processo de ação sobre essa realidade intelectual e material.

Quando D'Ambrosio (1988) discursa sobre um ciclo de interação passando por pensamento e realidade, ele está se expressando sobre a dialética entre pensar e agir. A idéia de ciclo sugere um processo que se repete e se transforma: uma cultura requer conhecimentos matemáticos, e os conhecimentos matemáticos transformam essa cultura. Podemos dar como exemplo as calculadoras. As máquinas de calcular somente são possíveis porque a matemática permite projetá-las, mas, ao mesmo tempo, elas mudam a nossa maneira de ver essa matemática, pois torna menos importante que se saiba fazer um cálculo sem erros do que o conceito etnomatemático produzido por esta atividade.

Neste contexto, a proposta de se trabalhar com atividades que tenham relação com o cotidiano dos alunos, busca exatamente o ponto de intersecção entre todas as atividades que fazemos diariamente, e uma maneira particular de se trabalhar com elas: utilizando a matemática através do Programa Etnomatemática e da metodologia modelagem matemática.

As idéias da utilização da etnomatemática vêm sendo desenvolvidas há muito tempo, em vários países e por vários educadores. Porém, a teorização do Programa Etnomatemática, foi realizada por Ubiratan D'Ambrosio, que apresentou e utilizou o termo Etnomatemática, no Congresso Internacional de Matemática, na Austrália, em 1984.

A Etnomatemática é "a arte ou técnica (*techné*), de explicar, de entender, de se desempenhar na realidade (*matema*), dentro de um contexto cultural próprio (*etno*).” (D'AMBROSIO, 1993) Com a etnomatemática, reconhecemos que todas as culturas, todos os povos, desenvolveram maneiras próprias de explicar, de conhecer e de modificar suas realidades, que estão em permanente evolução.

A idéia fundamental da etnomatemática é a de não desprezar os modelos ligados a essas tradições e considerar como válidas todas as maneiras de explicação dos conhecimentos, construídos por outros povos. Devemos salientar que estas formas de construção de conhecimentos não são estáticas ou mortas, pois estão em constante mutação, em virtude do dinamismo cultural.

A etnomatemática não é simplesmente o estudo da matemática ou das etnias, pois se trata de um programa mais geral e abrangente, que utiliza os diversos meios que as culturas utilizaram e utilizam para encontrar explicações para melhor entender e compreender suas realidades, com o objetivo de vencer as dificuldades que surgem em suas vidas diárias. Porém, em todas essas culturas, para buscar este entendimento, há necessidade de quantificar, comparar, classificar, medir e modelar, o que faz com que a matemática surja naturalmente nestes contextos culturais.

Quando ensinamos matemática nas escolas, não permitimos que os alunos tenham acesso a vivência necessária para chegar à matemática real, pois negamos a eles uma série de atitudes e habilidades, para que eles criem um ambiente adequado para que possam fazer matemática espontaneamente.

É evidente a necessidade que as escolas têm de acelerar o processo de construção e aquisição do conhecimento que a humanidade levou milhares de anos acumulando, porém, não podemos oferecê-lo pronto e acabado para os

alunos. Devemos, portanto, dar oportunidade para que eles possam vivenciar um pouco essa experiência, refletindo sobre suas realidades, para que sejam conduzidos ao conhecimento. Por isso, devemos dar o enfoque da etnomatemática para a matemática, implementando a sua utilização nas escolas, proporcionando aos alunos uma vivência que somente faça sentido se eles estiverem em seu ambiente natural e cultural; criando situações variadas que possam despertar e aguçar o interesse e a curiosidade que os alunos possuem naturalmente, para tornar a matemática agradável de ser aprendida, tendo como objetivo conectar a matemática ensinada nas escolas com a matemática presente em seus cotidianos, utilizando modelos matemáticos, ferramentas básicas da modelagem matemática, que é a metodologia por excelência da etnomatemática. (D'AMBROSIO, 1993)

Como educadores matemáticos, devemos contribuir para que todos os alunos possam ter acesso adequado ao conhecimento matemático, possibilitando-lhes a sua participação de forma efetiva na sociedade. Porém, para que isto efetivamente ocorra, é necessário modificarmos a imagem que a matemática possui de funcionar como uma máquina seletora que determina quais alunos irão concluir cada estágio escolar. Devemos discutir também sobre a importância da matemática para a construção da cidadania, com ênfase, principalmente, na participação crítica e autônoma dos alunos, proporcionando-lhes o estabelecimento de conexões da matemática com outros temas de sua vida cotidiana.

CAPÍTULO 4

ARGUMENTOS A FAVOR E CONTRÁRIOS AO USO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NO ENSINO DE MATEMÁTICA

4.1.INTRODUÇÃO

Utilizar a História da Matemática como fonte de motivação para a aprendizagem da Matemática pode, num primeiro olhar, parecer ser algo fácil e de consenso entre os educadores, de um modo geral.

Entretanto, alguns pontos negativos considerados em relação a este uso da História, como dificuldades de se encontrar material adequado, pouca familiaridade do professor com os tópicos de História da Matemática, etc.

Nesse capítulo, mostraremos alguns pontos considerados positivos, e outros considerados negativos em relação ao uso da História da Matemática como ferramenta de ensino.

Para isso, usarei um artigo de Antônio Miguel (1997): **“As potencialidades pedagógicas da história da matemática em questão: argumentos reforçadores e questionadores”**. Antônio Miguel tira os argumentos que exporei a seguir de artigos publicados em revistas e nacionais e internacionais de Educação Matemática, súmulas contidas em Anais de Encontros nacionais e internacionais de Educação Matemática, capítulos de livros, entre outros.

4.2.ARGUMENTOS FAVORÁVEIS

1º ARGUMENTO – A HISTÓRIA É UMA FONTE DE MOTIVAÇÃO PARA O ENSINO APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Um grande número de matemáticos recorrem à categoria psicológica da motivação para justificar a necessidade de se recorrer à história no processo ensino-aprendizagem da matemática.

Os partidários desse ponto de vista acreditam que o conhecimento histórico dos processos matemáticos despertaria o interesse do aluno pelo conteúdo que está sendo ensinado. Os mais ingênuos acabam atribuindo à história um poder quase mágico de modificar a atitude do aluno em relação à matemática. Esse ponto de vista ingênuo aparece principalmente em artigos publicados pela revista 'The Mathematics Teacher', nas décadas de 20 e 30 de nosso século. Nesses textos, o poder motivador da história é atestado e exaltado em função da adoção de uma concepção lúdica ou recreativa da mesma. É a história-anedotário vista como contraponto momentâneo necessário aos momentos formais do ensino, que exigiriam grande dose de concentração e esforço por parte do aprendiz. Essa história-anedota de caráter estritamente factual, quando incorporada de forma episódica nas aulas de matemática, adquiriria, segundo esses autores uma função didática de 'relax' – a recompensa repousaste merecida e necessária pelo esforço estafante requerido pela aprendizagem da matemática; tudo se passaria como se a matemática exigisse o pensamento e a seriedade, enquanto a história aliviaria a tensão e confortaria. Poderíamos, no entanto, nos perguntar: a história de fato motiva?

Responder a esta e outras perguntas acerca do uso da história nos remete à necessidade de nos questionarmos, nós, professores, se também nós nos sentimos motivados a nos aprofundar sobre este ou aquele conteúdo histórico da matemática.

Um argumento que se opõe à existência do suposto potencial motivador da história está na consideração de que, se fosse esse o caso, o ensino da própria história seria automotivador. Não é isso, porém o que atestaria a maioria dos professores de história os quais se defrontam em seu cotidiano não apenas o desinteresse de seus alunos por esse campo do saber, como também com a enorme dificuldade de fazer com que eles compreendam a sua importância, a sua natureza, os seus objetivos e os seus métodos.

Em pesquisa realizada com professores que ministram aulas na rede pública e privada, 87,5% consideram esse motivo, dentre outros, dos mais relevantes para o uso da História da Matemática em aulas de Matemática.

2° ARGUMENTO – A HISTÓRIA CONSTITUI-SE NUMA FONTE DE OBJETIVOS PARA O ENSINO DA MATEMÁTICA

Segundo os partidários desse ponto de vista, é possível buscar na história da matemática apoio para se atingir com os alunos objetivos pedagógicos que os levem a perceber, por exemplo:

- ✓ a matemática como uma criação humana;
- ✓ as razões pelas quais as pessoas fazem matemática;
- ✓ as necessidades práticas, sociais, econômicas e físicas que servem de estímulo ao desenvolvimento das idéias matemáticas;

- ✓ as conexões existentes entre matemática e filosofia, matemática e religião, matemática e lógica, etc.
- ✓ a curiosidade estritamente intelectual que pode levar à generalização e extensão de idéias e teorias;
- ✓ as percepções que os matemáticos têm do próprio objeto da matemática, as quais mudam e se desenvolvem ao longo do tempo;
- ✓ a natureza de uma estrutura, de uma axiomatização e de uma prova.

O principal defensor desse ponto de vista foi o matemático P.S. JONES (1969). Segundo ele, embora fosse desejável que esses objetivos estivessem presentes na formação do homem contemporâneo, é obvio que não devemos supor que eles pudessem ser atingidos a partir de qualquer reconstituição histórica das diferentes noções e conceitos matemáticos

3° ARGUMENTO – A HISTÓRIA CONSTITUI-SE NUMA FONTE DE MÉTODOS ADEQUADOS DE ENSINO DA MATEMÁTICA

Os defensores desse ponto de vista acreditam que poderíamos buscar apoio na história da matemática para escolhermos métodos pedagogicamente adequados e interessantes para a abordagem de tópicos tais como: resolução de equações e de sistemas de equações; métodos de extração de raiz quadrada; de determinação da área de um círculo; de construção de polígonos regulares, etc.

O ponto de vista de que a história constitui uma fonte de métodos adequados para a abordagem pedagógica de certos campos ou tópicos matemáticos já era defendido pelo menos desde o século XVIII.

Uma preocupação desta natureza já se fazia presente na obra 'Eléments de Geometrie' do matemático francês Alexis Claude Clairaut, publicada em 1741, com o objetivo explícito de facilitar a tarefa daqueles que deveriam iniciar-se no estudo da geometria. O próprio Clairaut tinha consciência de que essa obra constituía-se em um curso preparatório aos Elementos de Euclides. Ao constatar, na introdução dessa obra, que causa da dificuldade enfrentada pelos principiantes no início de um curso de geometria era a forma como esta ciência era ensinada, em fiel conformidade com a metodologia euclidiana, para qual os alunos não tinham a suficiente maturidade para poderem acompanhar, Clairaut (apud MIGUEL, Antônio, Perspectivas Teóricas no interior do campo de investigação "história na educação matemática", 2003) propunha um outro caminho para o ensino da geometria: aquele baseado na história. Nesse sentido, o autor acreditava que sua obra seguia, em grandes traços, um caminho semelhante àquele percorrido pela humanidade na aquisição das leis e conceitos matemáticos, isto é, semelhante à forma como o próprio Clairaut reconstituía esse caminho.

A dimensão pedagógica da história aparece-lhe vinculada à questão da seleção de métodos adequados de ensino-aprendizagem consiste em atribuir ao primeiro a qualidade de método natural e verdadeiramente científico de instrução. Isso porque, para ele o 'método medieval' subjacente a todo tipo de formalismo pedagógico é incapaz de traduzir-me em instrumento que possa verdadeiramente promover e estimular o pensamento científico. Apenas o método histórico seria potencialmente adequado para se atingir ao ideal pedagógico para levar a juventude a pensar cientificamente, ideal este que, para ele, deveria constituir o objeto e o objeto de toda educação verdadeiramente científica.

4° ARGUMENTO – A HISTÓRIA É UMA FONTE PARA A SELEÇÃO DE PROBLEMAS PRÁTICOS, CURIOSOS, INFORMATIVOS E RECREATIVOS A SEREM INCORPORADOS NAS AULAS DE MATEMÁTICA

A busca de esquemas motivadores para as aulas de matemática via utilização da história desloca-se, mais recentemente, de um plano no qual eles são entendidos de forma meramente externa ao conteúdo do ensino, para outro em que essa motivação aparece vinculada e produzida no ato cognitivo da solução de um problema.

Através de uma das propostas surgida nas várias sessões do 5° Congresso Internacional de Educação Matemática (5th ICME, Adelaide, 1984), passou-se a vincular a idéia de que a matemática pode ser desenvolvida pelo estudante mediante a resolução de problemas históricos e através da apreciação e análise das soluções apresentadas a esses tais problemas no passado. Essa proposta baseia-se no pressuposto de que se a resolução de um problema constitui-se, por si só, numa atividade altamente motivadora, o fato de esse problema poder vincular-se à história elevaria, quase que automaticamente, o seu potencial motivador.

De um modo geral, os problemas históricos motivam porque:

- ✓ possibilitam o esclarecimento e o reforço de muitos conceitos que estão sendo ensinados;
- ✓ constituem-se em veículos de informação cultural e sociológica; refletem as preocupações práticas ou teóricas das diferentes culturas em diferentes momentos históricos;

- ✓ constituem-se em meio de aferimento da habilidade matemática de nossos antepassados;
- ✓ permitem mostrar a existência de uma analogia ou continuidade entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente.

Na verdade, os mesmos comentários críticos que se faz aos defensores da introdução da história como formas de motivação, aplicam-se também àqueles que tentam estabelecer a vinculação entre história e problema. Essa vinculação não os coloca em melhor situação que os outros, uma vez que o aspecto motivador de um problema não reside no fato de ser ele 'histórico' ou até mesmo no fato de ser 'problema' mas no maior ou menor grau de desafio é percebido pelo aprendiz, no tipo de relações que se estabelecem entre esse desafio e os valores, interesses e

Os cursos regulares de matemática são mistificadores num, aspecto fundamental. Eles apresentam uma exposição do conteúdo matemático logicamente organizada, dando a impressão de que os matemáticos passam de teorema a teorema quase de que os conteúdos estão completamente prontos e estabelecidos... As exposições polidas dos cursos não conseguem mostrar os obstáculos do processo criativo, as frustrações e o longo e árduo caminho que os matemáticos tiveram que trilhar para atingir uma estrutura considerável. (KLINE, 1972, IX)

6° ARGUMENTO – A HISTÓRIA CONSTITUI-SE NUM INSTRUMENTO DE FORMALIZAÇÃO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS

A palavra ‘formalização’ não é entendida da forma habitual pelos proponentes desse ponto de vista. É entendida como o processo de traçar caminhos para se chegar a um determinado fim. Nesse sentido, seria legítimo afirmar que, sob este ponto de vista, a formalização não constituiria apenas uma parte (geralmente a parte final) do processo cognitivo de elaboração de conceitos, mas dele participaria em sua integridade. Segundo os autores, é no desenvolvimento histórico de matemática que pode-mos perceber as diferentes formalizações de um mesmo conceito. E, como numa aprendizagem significativa é desejável que o estudante tenha uma visão dessas diferentes formalizações, então, a história passaria a ser um recurso indispensável.

7° ARGUMENTO – A HISTÓRIA É UM INSTRUMENTO DE PROMOÇÃO DO PENSAMENTO INDEPENDENTE E CRÍTICO

Segundo este argumento, o uso da história em sala de aula, se bem direcionada, leva o aluno a ter criatividade, promovendo seu pensamento crítico e independente. Se o objetivo pedagógico é esse, então,

acreditam os defensores desse ponto de vista, apenas uma reconstrução racional da história da matemática ou história destilada, isto é, uma reconstituição histórica e revelasse tão somente aquilo que é estritamente indispensável para o afloramento do jogo dialético, puro e sutil das idéias matemáticas, poderia fazer o professor atingi-lo.

O exemplo mais significativo desse ponto de vista é aquele que nos foi oferecido por Lakatos em seu livro 'Provas e Refutações'. Foi essa 'história destilada' que Lakatos colocou deliberadamente na base de sua proposta de um enfoque heurístico para o ensino-aprendizagem da matemática, centrado no 'Método de Provas e Refutações', por acreditar ser ele, contrariamente ao enfoque euclidiano ou dedutivista, o único capaz de promover a constituição de um pensamento independente e crítico:

Ainda não se compreendeu suficientemente que a atual educação científica e matemática é um foco de autoritarismo e que é a pior inimiga do pensamento independente e crítico. Embora em matemática esse autoritarismo siga a padrão dedutivista [...] em ciência ele age através do padrão indutivista. (LAKATOS, 1978, p. 185-86)

Mas, que papel desempenha a história nesse enfoque baseado no método de provas e refutações? Segundo Antônio, "*cabe à história apenas o papel secundário de fornecer o substrato real e bruto a ser destilado a fim de se obter como produto o puro jogo dialético das idéias*". Assim, não apenas se estabeleceria uma dicotomia entre história real e história destilada como também se atribuiria um papel de destaque à segunda em relação à primeira

Mas, se por um lado a história destilada constitui uma alternativa a nosso ver superior em relação àquilo que os historiadores têm chamado de história-narrativa ou história-crônica, ela enfatiza uma problematização meramente lógica e epistemológica do desenvolvimento de uma conjectura, conceito ou teoria. Nela,

as idéias, processos e métodos aparecerem voluntariamente desligados do contexto social mais amplo de sua produção, fazendo com que tal contexto desempenhe um papel pouco significativo (se é que desempenha algum papel) para a constituição da destilação. Acreditamos, porém, que o desejo de formar cidadãos com base na construção de um pensamento independente e crítico exige uma concepção de problematização pedagógica do conhecimento matemático que ultrapasse os aspectos meramente lógicos e epistemológicos da produção desse conhecimento.

8° ARGUMENTO – A HISTÓRIA É UM INSTRUMENTO UNIFICADOR DOS VÁRIOS CAMPOS DA MATEMÁTICA

Os defensores desse ponto de vista acreditam que é preciso retirar o privilégio sempre concedido às apresentações didáticas de estilo axiomático-dedutivo, de possibilitar a percepção da unidade da matemática, para atribuí-lo às abordagens históricas. Apenas a história, segundo eles, poderia fornecer uma perspectiva globalizadora da matemática, através do relacionamento de seus diferentes campos.

Essa é uma outra função pedagógica atribuída à história por Morris Kline.

Afirma ele que:

Os cursos usuais apresentam segmentos da matemática que parecem ter pouca relação entre si. A história pode fornecer uma perspectiva para a matéria como um todo e relacionar os conteúdos dos cursos não apenas uns com os outros como também com o corpo, com o núcleo

Além disso, a matemática, a despeito de sua compartimentação em centenas de campos, é uma unidade que possui seus problemas e objetivos principais. Essas várias especialidades seriam estéreis a menos que pudessem contribuir com tal tarefa. Talvez, o modo mais adequado para se combater os perigos que envolvem o nosso objeto fragmentado, seja adquirir alguns do conhecimento das conquistas passadas, das tradições e dos objetivos da matemática, de modo de que possa direcionar a pesquisa nessa área para caminhos promissores. Assim disse Hilbert: “a matemática é um organismo para cuja força vital a indissolúvel união das partes é uma condição necessária.”

Nessa citação de Hilbert estão presentes a concepção da matemática como ‘organismo’, a noção de ‘força vital’ e a idéia de ‘harmonia’ entre o todo e suas partes. São noções e expressões tomadas de empréstimos à biologia, área de conhecimento que, no século XIX, foi elevada à categoria de ciência-modelo e fonte de inspiração às demais.

A idéia de ‘transformação’, extraída do contexto da teoria da evolução de Darwin, tornou-se uma idéia-chave para a abordagem e para explicação de todos os tipos de ‘fenômenos’, fossem eles pertencentes ao domínio das ciências naturais ou ao das ciências sociais e humanas. Mas como conciliar a concepção axiomática da matemática, que é, por sua própria natureza, fechada, acabada, não dotada de ‘força vital’, com uma concepção organicista, em cuja base está a noção de transformação no tempo, e portanto, a idéia de historicidade?

A possibilidade dessa conciliação assenta-se na postulação de uma ‘harmonia’ interna ao organismo-sistema, isto é, na crença de que o sentido da transformação do organismo-sistema não deverá trazer-nos surpresas, a ponto de gerar contradições indesejáveis que venham a destruir a unidade do sistema. É a

concepção de história interna com um rumo pré-estabelecido. É a história evolutiva sem surpresas do século XIX. No limite superior da teoria da evolução, o homem. No limite superior da evolução das teorias matemáticas ingênuas, a axiomatização necessária e a manutenção da unidade interna do edifício como um todo. Só no ano de 1980, Kline publicaria o seu 'Mathematics – the loss of certanty'. Mas, nessa obra, já não fala mais de pedagogia.

Além disso, a busca da unidade da matemática não parece, atualmente, um ideal a ser buscado por todos. Para Zuniga (1988, p. 30), por exemplo, a dificuldade de se manter a visão que postula a unidade da matemática é uma consequência dos trabalhos de Kurt Gödel, realizados na década de 30 de nosso século. Diz ele: “poderíamos dividir a moderna história das matemáticas em duas etapas: antes de Gödel e depois de Gödel.” Desde então, segundo ele, “a matemática não pode mais ser considerada um corpo teórico sólido, seguro, único, absoluto e verdadeiro” (ZÚNIGA, 1987, p. 15) – que estabelece a existência de axiomáticas diferentes e não isomórficas, segundo se admita ou não a hipótese do contínuo -, a prática matemática aparecia, segundo ele, multifragmentada. Ela nos aparecia menos como unidade e inter-relação e muito mais como um complexo constituído de regiões autônomas no interior das quais as noções, os métodos e as regras revestem-se de um sentido especial e local.

9º ARGUMENTO – A HISTÓRIA É UM INSTRUMENTO PROMOTOR DE ATITUDES E VALORES

A história pode ser vista como um instrumento promotor de atitudes e valores. Para que a história cumpra essa função, cabe à história a tarefa de

eliminar a dissonância entre o modo como a matemática é normalmente exposta ao estudante e ao modo como ela foi, de fato, produzida, defende que não se deve ocultar do aprendiz os erros, as lacunas e as hesitações por que passaram os grandes matemáticos na produção do conhecimento. Isso porque a percepção dessas dissonâncias por parte do aprendiz poderia gerar nele o desenvolvimento de atitudes positivas, desejáveis tanto na formação do cidadão, quais sejam:

- ✓ a coragem necessária para o enfrentamento dos problemas;
- ✓ a persistência e tenacidade na busca de soluções satisfatórias para os mesmos;
- ✓ aquelas que estão na base da formação e da prática do pensamento científico.

Com Kline, portanto, a desmistificação metodológica da didática da matemática, via método histórico, reveste-se de uma dimensão teleológico-axiológica, uma vez que ela teria por propósito estimular o desenvolvimento de valores, ainda que esses valores se restrinjam à esfera dos 'valores acadêmicos', isto é, ainda que estejam vinculados estritamente a uma 'ética acadêmica' que governaria uma desejável forma de apropriação, por parte do aprendiz, dos conhecimentos já produzidos, sendo ela desejável, justamente pelo fato de estar na base do suposto caminho da produção de novos conhecimentos.

10° ARGUMENTO – A HISTÓRIA CONSTITUI-SE NUM INSTRUMENTO DE CONSCIENTIZAÇÃO EPISTEMOLÓGICA

Essa tese foi sugerida pelo eminente matemático e filósofo Henri Poincaré (1854 – 1912) numa obra surgida no início de nosso século, intitulada ‘Science et Méthode’. Publicada em 1908, essa obra reuniu diversos estudos que se relacionavam mais ou menos diretamente com questões de metodologia científica.

A questão central que constitui objeto de reflexão por parte de Poincaré num dos capítulos dessa obra, intitulado ‘Le Définitions Mathématiques et L’enseignement’, pode ser assim formulada: por que as crianças freqüentemente não conseguem compreender aquelas definições que satisfazem os matemáticos?

A fim de tratar tal questão de modo satisfatório, Poincaré obriga-se a considerar outras que lhe são vizinhas, tais como o papel dos padrões atualizados de rigor e da intuição no ensino da matemática e o significado da compreensão da demonstração de um teorema. É exatamente nesse momento que a história intervém. Desse modo, o recorrer à história aparece, para ele, apenas como uma concessão necessária que o professor deveria fazer ao aluno devido à sua imaturidade psicológica e, nesse sentido, passa a ser inevitável que, no plano pedagógico, se sacrifiquem os padrões atualizados de rigor, não para abandoná-los definitivamente, mas para que, no momento adequado, possam ser recuperados de forma consciente por parte do aprendiz. De fato, a seguinte passagem da obra a que estamos no referindo vem apoiar este ponto de vista:

Sem dúvida, é duro para um professor ensinar aquilo que não lhe satisfaz inteiramente; mas a satisfação do professor não é a única coisa que deve ser levada em consideração no ensino; deve-se também preocupar com o espírito do aluno e com aquilo que se quer que ele se torne [...]. Mais tarde, quando o espírito do aluno, familiarizado com o raciocínio matemático, estiver amadurecido, as dúvidas nascerão por si só e então a demonstração será bem vinda. Ela será um estímulo às novidades, e as questões colocarão sucessivamente à criança assim como elas se colocaram sucessivamente aos nossos antepassados, até que somente o

rigor perfeito possa satisfazê-la. Não é suficiente duvidar de tudo, é preciso saber por que se duvida. (POINCARÉ, 1947, p. 134-136)

A última frase dessa passagem parece atestar a importância dada por Poincaré, não a inculcação na mente do aluno dos padrões atualizados de rigor a qualquer preço, mas ao fato de, no ensino da matemática, recorrermos a procedimentos que estimulem a formação da consciência da necessidade de se submeter a esses padrões. Caberia à história desempenhar esse papel pedagógico conscientizador. De forma abreviada, poderíamos dizer, portanto, que, com Poincaré, a função didática da história assume uma dimensão psicológica que consiste na possibilidade de se trazer para o plano da consciência do aprendiz a necessidade de submissão aos padrões atualizados de rigor. A função didática da história é psicológica, mas o objetivo que se busca é estritamente epistemológico.

11° ARGUMENTO – A HISTÓRIA É UM INSTRUMENTO QUE PODE PROMOVER A APRENDIZAGEM SIGNICATIVA E COMPREENSIVA DA MATEMÁTICA

Esse ponto de vista foi defendido por Zuniga nos seguintes termos:

A participação da história dos conteúdos matemáticos como recurso didático não só serve como elemento de motivação, mas também como fator de melhor esclarecimento do sentido dos conceitos e das teorias estudadas.

Não se trata de fazer uma referência história de duas linhas ao iniciar um capítulo, mas de realmente usar a ordem histórica da construção matemática para facilitar uma melhor assimilação durante a reconstrução teórica. Isso é central. Os conceitos e noções da matemática tiveram uma ordem de construção histórica. Esse decurso concreto põe em evidência os obstáculos que surgiram em sua edificação e compreensão. Ao recriar teoricamente esse processo (obviamente adaptado ao atual do conhecimento) é possível revelar seus sentidos e seus limites. A história deveria servir, então, como o instrumento mais adequado para a estruturação do delineamento mesmo da exposição dos conceitos [...]. Com isso não se quer dizer que se deve reproduzir mecanicamente a ordem de aparição histórica dos conceitos matemáticos; sem dúvida, todas as ciências possuem certa lógica interna que se dá a partir de sínteses teóricas importantes e que se deve assimilar no ensino-

aprendizagem. Só se coloca a necessidade de buscar um equilíbrio verdadeiramente dialético entre essa lógica interna e a história de sua evolução conceptual, enfatizando a importância do segundo. (ZÚNIGA, 1987, p 34)

Também para Jones (1969), é na possibilidade de desenvolvimento de um ensino da matemática baseado na compreensão e na significação que se realiza a função pedagógica da história. É claro que, subjacente a todo processo do ensino-aprendizagem que visa a compreensão e à significação, que está o levantamento e a discussão dos porquês, isto é, das razões para aceitação de certos fatos, raciocínios e procedimentos por parte do estudante.

Jones (1969) acredita que existem três categorias de porquês que deveriam ser levadas em consideração por todos os que se propõem a ensinar a matemática: os porquês cronológicos, os porquês lógicos e os porquês pedagógicos.

Os porquês cronológicos são aquelas explicações cuja legitimidade não se caracteriza como uma necessidade lógica. Ao contrário, são razões de natureza histórica, cultural, casual, convencional que estão na base de sua aceitação. Exemplos disso seriam as respostas que poderíamos dar a questões do tipo: por que há 60 segundos em minuto? Por que o zero se chama zero ou o seno se chama seno? Por que uma circunferência possui 360° ?

Os porquês lógicos são aquelas explicações cuja aceitação se baseia na decorrência lógica de preposições previamente aceitas ou no desejo de compartilhar entre si duas ou mais afirmações não necessariamente compatíveis. Exemplos disso seriam as respostas que poderíamos dar as questões do tipo: por que o produto de dois números negativos é um número positivo? Por que a raiz quadrada de 2 é igual a dois elevado ao expoente um meio? É claro que, nessa

categoria, incluem-se todas as questões relativas à compreensão da natureza de um sistema axiomático.

Finalmente, os porquês pedagógicos são aqueles procedimentos operacionais que geralmente utilizamos em aula e que se justificam mais por razões de ordem pedagógica do que históricas ou lógicas.

Exemplo disso seria a resposta que um professor poderia dar à questão: por que você ensina a extrair o maior divisor comum entre dois números pelo método das subtrações sucessivas e não pelo da decomposição simultânea ou outro qualquer?

Essa categorização poderia sugerir-nos que a história só interviria como instrumento auxiliar na explicação da primeira categoria de porquês, isto é, dos porquês cronológicos. Não é isso, porém, o que pensa Jones. Para ele, a história não só pode como deve ser o fio condutor que ‘amarraria’ as explicações que poderiam ser dadas aos porquês pertencentes a qualquer uma das três categorias. É na defesa dessa possibilidade que se revela o poder da história para um ensino-aprendizagem da matemática baseado na compreensão e na significação.

12° ARGUMENTO – A HISTÓRIA É UM INSTRUMENTO QUE POSSIBILITA O RESGATE DA IDENTIDADE CULTURAL

Esse ponto refere-se às potencialidades pedagógicas da história da matemática, onde essa questão pudesse é enfocada sob um novo ponto de vista. Isso porque a história da matemática não é, na verdade, nem um ponto de partida e nem algo pronto e acabado que pudesse se constituir em objeto de uso

e abuso por parte dos educadores. O que devemos nos atentar é para o papel a ser desempenhado pela matemática no processo de reconstrução, em bases novas, do sistema educacional.

Segundo Gerdes (1991, p. 62), a imagem da matemática criada e difundida pelo colonizador apresentava-a como uma criação e capacidade exclusiva dos homens brancos; as capacidades matemáticas dos povos colonizados eram negadas ou reduzidas à memorização mecânica; as tradições africanas e índio-americanas ficaram ignoradas ou desprezadas. Daí, o baixo desempenho em matemática por parte das crianças, o bloqueio psicológico, a aversão e a impopularidade desse saber especialmente para os filhos de camponeses e operários; daí também a atribuição à Educação Matemática do perverso e discriminador papel de filtro educacional mais eficiente de seleção da elite social.

Para Paulo Gerdes(1991), a reversão desse quadro passa pela necessidade de eliminação não só desse bloqueio psicológico como também de um bloqueio cultural. Ou melhor, eliminação do bloqueio cultural constitui-se em condição necessária para a superação do bloqueio psicológico: é necessário encorajar a compreensão de que os povos africanos foram capazes de desenvolver matemática no passado, e portanto – reganhando confiança cultural – serão capazes de assimilar e desenvolver a matemática de que necessitam. (GERDES, 1991, p. 62)

Trata-se, pois, de se proceder à incorporação no currículo das tradições matemáticas e, para isso, se faz necessário, antes de tudo, reconhecer o caráter matemático dessas tradições através da ampliação do que normalmente se entende por matemática. Mas essa ampliação não é suficiente. O problema

crucial consiste no empreendimento de reconstrução dessas tradições, visto que muitas delas foram – como conseqüência da escravatura, do colonialismo... - destruídas. Poucas ou quase nenhuma fontes escritas (no caso de Moçambique) podem ser consultadas (GERDES, 1991, p. 63). A necessidade dessa reconstrução impõe-lhe o dever de fazer-se historiador a fim de desvelar o que chama de matemática oprimida – isto é, aqueles elementos matemáticos presentes na vida diária das massas populares e que não são reconhecidos como matemáticos pela ideologia dominante - ou então, descongelar o pensamento matemático que se encontra oculto ou congelado em técnicas antigas (GERDES, 1991, p. 29).

Pode-se inferir da obra de Gerdes que apenas a história produzida com tais objetivos possuiria um valor pedagógico. Para ele, portanto, apenas uma história cultural da matemática – isto é, uma etno-história – teria a capacidade de contribuir para a recuperação da identidade cultural africana, uma vez que parece acreditar que a exploração pedagógica dessa etno-história da matemática, isto é, que é a sua reinvenção por parte do aluno, o fator gerador da autoconfiança social e cultural, condição indispensável para o despertar da imaginação.

Mas em que se baseia o seu confiar nessa autoconfiança? Em que se fundamenta a sua crença de que a reinvenção pedagógica da história cultural da matemática teria o poder de produzir autoconfiança, isto é, de extinguir um bloqueio que se processa em nível psicológico? Embora Gerdes não coloque a si próprio essa questão, pensamos ser problemático aceita-la como um postulado psicopedagógico na medida em que parece óbvio o seu caráter não-óbvio, o que o obrigaria a empenhar-se na busca de evidências para sua eventual aceitação.

4.3.ARGUMENTOS CONTRÁRIOS OU QUESTIONADORES

Como vimos no estudo de Antônio Miguel, são muitos e consistentes os argumentos reforçadores das potencialidades pedagógicas da história.

Iremos agora considerar também alguns dos poucos argumentos questionadores que se manifestaram na literatura consultada.

1° ARGUMENTO – AUSÊNCIA DE LITERATURA ADEQUADA

Um primeiro argumento questionador afirma que o uso da história da matemática por parte do professor torna-se problemático devido à quase ausência de literatura adequada sobre a história da matemática anterior aos dois últimos séculos. Isso impedirá a utilização pedagógica da história porque a maior parte daquilo que é usualmente ensinado de matemática em nossas turmas de 1° e 2° graus pertence a esse período.

Esse argumento deveria ser entendido como um apelo à necessidade de constituição de núcleos de pesquisa em história da matemática dos quais façam parte historiadores, matemáticos e educadores matemáticos e outros profissionais que possam contribuir para elaboração de reconstituições esclarecedoras de épocas, temas, situações e biografias.

2° ARGUMENTO – NATUREZA IMPRÓPRIA DA LITERATURA DISPONÍVEL

Um segundo argumento que se coloca em continuidade direta com o primeiro, afirma que a natureza da literatura histórica disponível a torna

particularmente imprópria à utilização didática. Isso porque é uma característica específica das publicações matemáticas destacarem unicamente os resultados matemáticos e ocultarem a sua forma de produção. Devido a isso, aquilo que poderia ter alguma importância pedagógica – isto é, os métodos extralógicos subjacentes aos processos de descoberta – estariam irremediavelmente perdidos e a reconstituição deles constituiria um empreendimento extremamente complexo mesmo para um historiador profissional. Quem nos chama a atenção para esse fato é também Byers (1982, p. 62).

Acreditamos, porém, que esse argumento, embora legítimo, deveria ser encarado menos como uma barreira intransponível às iniciativas pedagógicas que buscam uma vinculação entre a história e a educação matemática, e mais como um estímulo à continuidade das investigações nesse sentido. Isso porque a existência de lacunas ou silêncios apontados por Byers não se coloca como problema exclusivo aos historiadores da matemática, mas constitui parte integrante do trabalho de quaisquer historiadores da matemática, mas constitui parte integrante do trabalho de qualquer historiador de ofício e, talvez, essas lacunas não sejam impermeáveis às reconstituições. De fato, assinala Carr:

A história tem sido vista como um enorme quebra-cabeça com muitas partes faltando. Mas o principal problema não consiste em lacunas. Nossa imagem da Grécia do século V a.C. é incompleta, não porque tantas partes se perderam por acaso, mas porque é, em grande parte, o retrato feito por um pequeno grupo de pessoas de Atenas. Nós bem que sabemos como a Grécia era vista por um cidadão ateniense; mas não sabemos praticamente nada de como era vista por um espartano, um corintiano ou um tebano – para não mencionar um escravo ou outro não cidadão residente em Atenas. Nossa imagem foi pré-selecionada e pré-determinada para nós, não tanto por acaso mas porque pessoas estavam imbuídas de uma visão particular, consciente ou inconscientemente. (CARR, 1987, p. 16).

3° ARGUMENTO – O ELEMENTO HISTÓRICO É UM FATOR COMPLICADOR

Este terceiro argumento afirma que a introdução do elemento histórico no ensino de Matemática, em vez de facilitar a aprendizagem, acabaria por complicá-la ainda mais. Isso porque o estudante, quando confrontado com os problemas originais e com as soluções que historicamente lhes foram dadas, despenderia um tempo e um esforço sem precedentes, tentando reconstituir um contexto que não lhe é familiar.

Esse argumento também é levantado por Grattan-Guinness que, com base nele, afirma: “ *se um livro-texto sobre algum ramo da matemática fosse escrito em uma linha histórica, ele seria o livro mais difícil do mercado*”. (GRATTAN – GUINNESS, 1973, p.446)

Em contrapartida, acrescenta que o que se perde em tempo e energia, ganha-se em significado, sentido e criatividade. Isso porque no caminho histórico:

Está o mundo real de idéias, visto em gênese, desenvolvendo-se e deteriorando-se, mais do que uma imitação artificial na qual o problema central é removido. Este é o sentido em que a aprendizagem é mais fácil: um sentido pessoal, no qual o estudante põe em relevo o trabalho criativo e imita a descoberta individual dos resultados (GRATTAN-GUINNESS, 1973, p.446)

Mas se a história é para Grattan-Guinness. Um elemento que dificulta, mas ao mesmo tempo esclarece, e dá sentido; um elemento que torna o processo de aprendizagem árduo e moroso, mas ao mesmo tempo criativo e natural, a questão que se coloca no plano pedagógico é: como fazer a opção?

A resposta de Grattan-Guinness é que, em nível universitário, a história não só pode como deve estar presente na abordagem dos conceitos do ensino. Não se trata, acrescenta ele, de fazer da História da Matemática uma disciplina à parte como se ela fosse um ramo separado da Matemática, mas de encará-la como parte essencial de todos os ramos. Porém nos demais níveis de ensino, sobretudo na educação primária, a história é, para ele, inútil se encarmos a sua

utilização do modo como foi proposta para o nível universitário. Nesses demais níveis, a alternativa que se propõe é aquilo que chama de “história satírica”.

A proposta pedagógica da história satírica nada mais do que é uma imitação do desenvolvimento de determinado tema ou teoria, omitindo os contextos históricos nos quais ela se desenvolveu. Seria uma história cronológica e descontextualizada de um tema.

4° AUSÊNCIA NA CRIANÇA DO SENTIDO DE PROGRESSO HISTÓRICO

Grattan-Guinness em seus estudos, tenta convencer-nos da inutilidade e ineficácia de uma história contextualizada nos níveis elementares de ensino. O seu argumento psicológico se apresenta como um sério obstáculo à utilização pedagógica da história: *“mesmo pondo de lado os inevitáveis assuntos técnicos envolvidos, as crianças têm pouco ou nenhum sentido do progresso-histórico, pelo menos não o possuem para os temas científicos que elas associam com as coisas imeditatas.”*(GRATTAN-GUINNESS, 1973, p.449)

De certa forma, esse argumento é irrefutável, e isso reacende a polêmica em relação ao momento adequado para o início escolar do aprendizado da própria história.

O que está em jogo no argumento de Grattan-Guinness não é se a criança pode recitar mecanicamente um conhecimento estereotipado de fatos históricos isolados, mas se ela é capaz de deslocar-se de seu contexto atual e adquirir uma real compreensão do passado histórico, pois, caso contrário, *“em que se basearia a crença de que as crianças e adolescentes poderiam aprender significativamente*

a matemática via história, se a compreensão da própria história acha-se de partida comprometida?" (ANTONIO MIGUEL, 1995 , p.99)

Se é através de seu passado pessoal que o adulto adquire a real dimensão desse passado, é natural esperar que a criança não poderá ter acesso a ele senão tardiamente, isto é, terá de construí-lo através de sua vivência. Neste caso, uma história enfatizada nos acontecimento distantes e remotos, de nada acrescentaria no aprendizado da criança.

CAPITULO 5

PESQUISA COM PROFESSORES SOBRE O USO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA EM SALA DE AULA

Nesse capítulo, serão apresentados alguns resultados de uma pesquisa feita a professores de ensino médio da rede pública e privada, com o tema “O uso da História da Matemática em aulas de Matemática”..

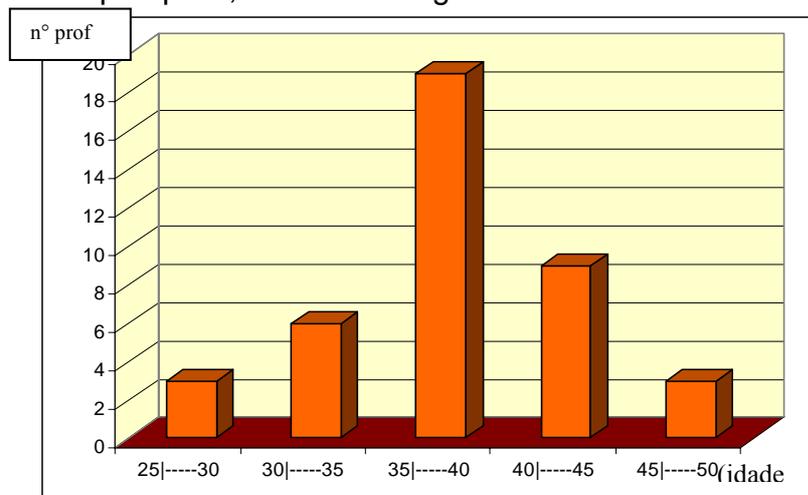
Foi pesquisado um universo de 40 professores, alguns dos que trabalham comigo na Escola Estadual Homero Rubens de Sá, em Guarulhos – SP, e muitos colegas do mestrado em Educação Matemática, da PUC – SP, que atuam em escolas públicas e privadas, conforme veremos na pesquisa a seguir.

A pesquisa foi feita com questionário de 17 perguntas, onde se buscou conhecer o perfil do professor, como idade, tempo de magistério, etc.

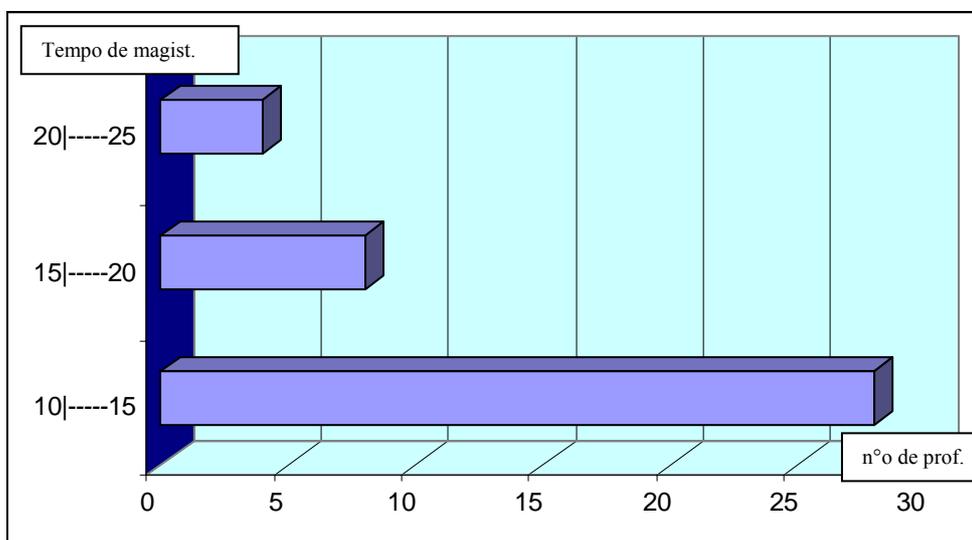
A seguir, o resultado e considerações sobre algumas das respostas dadas.

IDADE E TEMPO DE MAGISTÉRIO

Primeiramente foi questionado a respeito da idade dos professores que responderam à pesquisa, obtendo o seguinte resultado:



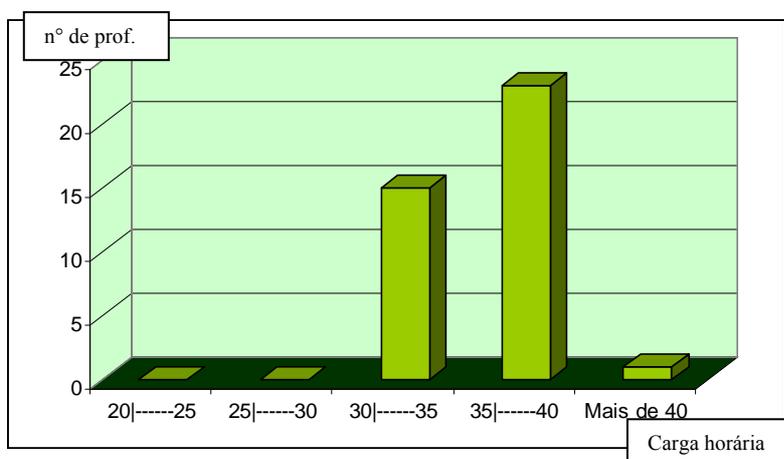
E , a seguir, foi questionado o tempo de magistério dos professores, cujas respostas foram de acordo com o gráfico abaixo:



Como vimos, 47% dos professores entrevistados tem de 35 a 40 anos, e a grande parte dele tem de 10 a 15 anos de magistério.

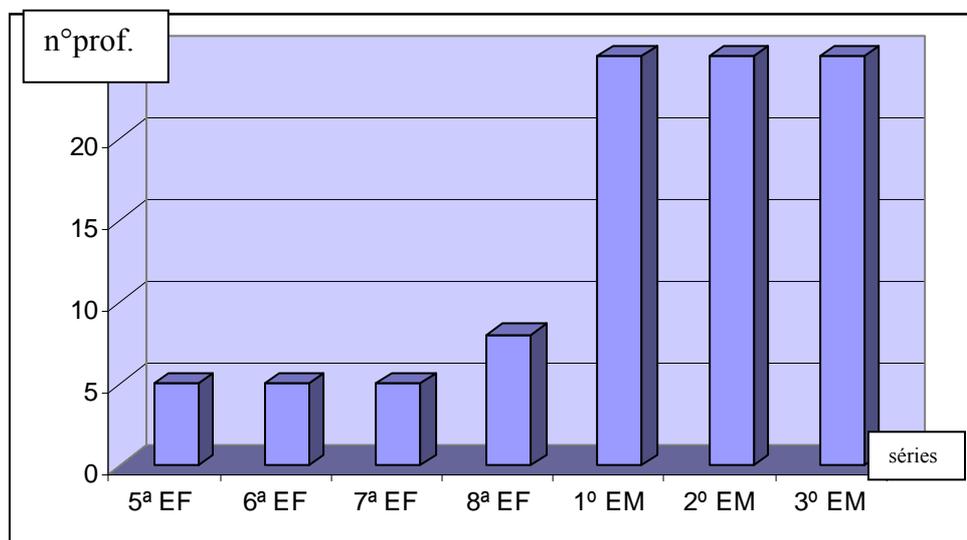
CARGA HORÁRIA

Um outro dado importante foi a carga horária dos professores em 2006, onde pudemos verificar que a maioria teve carga horária de 35 a 40 aulas semanais, conforme gráfico a seguir:



Desse dado, pudemos constatar que a grande maioria ministra mais de 30 aulas semanais, alguns chegando a 40 e alguns poucos mais de 40 aulas. Em conversas informais durante a realização da pesquisa, um dado apontado é que o grande número de aulas ministradas dificultam a realização de pesquisas extras, ou mesmo preparação de assuntos variados e motivadores, como no caso, o uso da História da Matemática em sala de aula.

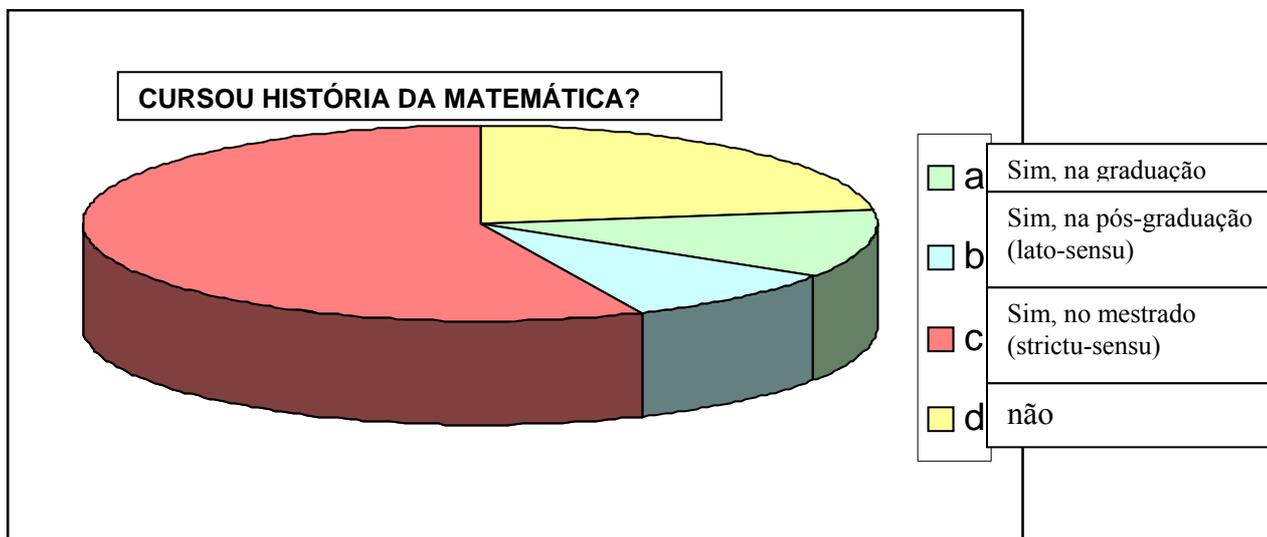
SÉRIES EM QUE MINISTRAM AULAS



Vimos que a grande maioria dos entrevistados ministraram aulas em 2006 em turmas de Ensino Médio, o que nos leva a inferir pelas respostas dadas a seguir que nesse nível de ensino, temos alguns professores que trabalham com a História da Matemática no processo do ensino.

CURSOU HISTÓRIA DA MATEMÁTICA?

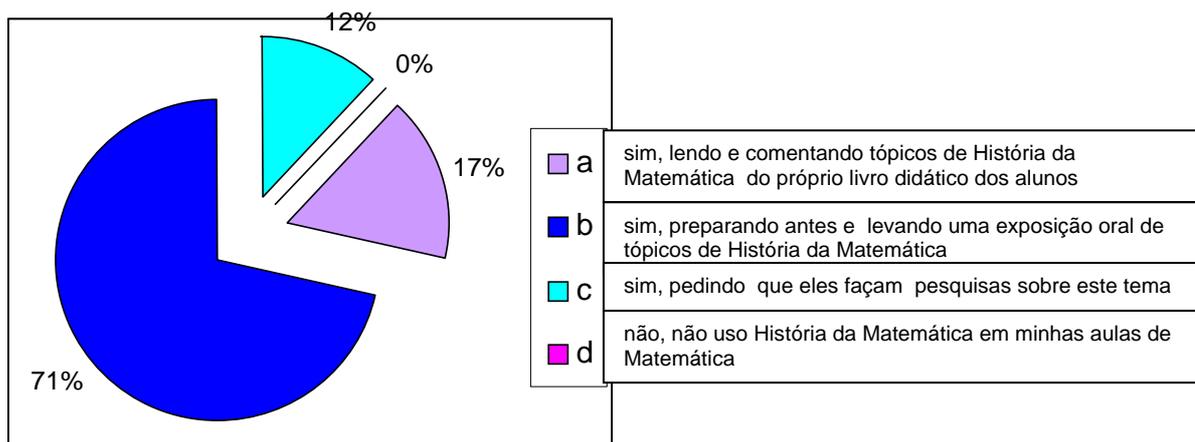
Tivemos as respostas conforme o gráfico abaixo:



Percebemos que 25% dos entrevistados não tiveram História da Matemática em sua graduação, e como não fizeram um curso de pós não cursaram essa disciplina em nenhum momento. Dos entrevistados, 62,5% o fizeram somente no mestrado. Supõe-se que, se esses professores não tivessem tido a oportunidade de fazer o mestrado, também não teriam tido contato com essa disciplina.

Entretanto, quando questionados sobre se usavam ou não a História da Matemática em suas aulas, a resposta foi surpreendente:

USA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA EM SUAS AULAS DE MATEMÁTICA?

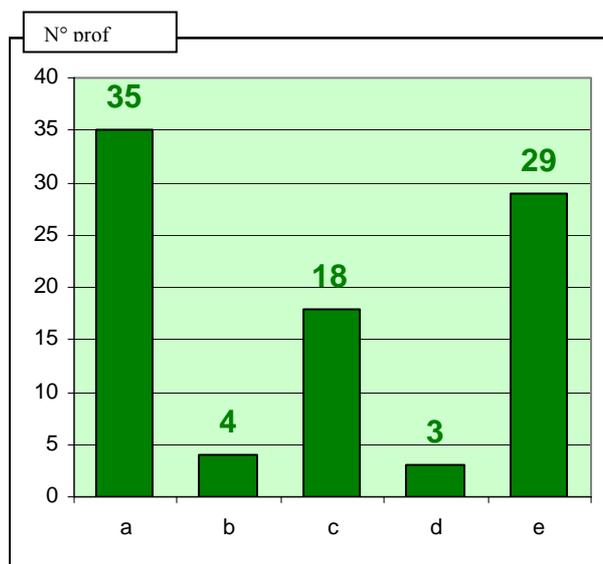


Percebemos que, dos entrevistados, 71% afirmaram que usam a História da Matemática em suas aulas. Considerando que 62,5% dos entrevistados cursaram essa disciplina e apenas no mestrado, é de supor que mesmo os que não a tiveram percebem sua importância e buscam aplicá-la em suas aulas.

Nas respostas obtidas, também, 70% dos professores afirmaram que o livro didático adotado apresentam a História da Matemática em alguns capítulos, e como 80% dos entrevistados afirmaram usar efetivamente o livro em sala de aula, podemos inferir que, em sua grande parte, o material que é usado em sala de aula, é retirado do próprio livro didático adotado.

MOTIVOS PARA USAR A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

Também foram sugeridos aos professores alguns motivos pelos quais eles acham importante usar a História da Matemática em aulas de Matemática, com os resultados:



Onde temos as seguintes alternativas:

- a) A História é uma fonte de motivação para o ensino de Matemática. (87,5%)
- b) A História é uma fonte para a seleção de problemas práticos, informativos e recreativos a serem incorporados nas aulas de matemática. (10%)

- c) A História é um instrumento que possibilita a desmistificação da Matemática e a desalienação de seu ensino. (45%)
- d) A História constitui-se num instrumento de formalização dos conceitos matemáticos. (7,5%)
- e) A História é um instrumento que pode promover a aprendizagem significativa e compreensiva da matemática. (72,5%)

Pelos resultados apresentados, vimos que a maioria (87,5%) dos professores consideram a História como uma fonte de motivação para o ensino da Matemática, conforme foi observado por Antônio Miguel, já visto no capítulo 4.

Pudemos perceber que o uso da História da Matemática, dentro do universo utilizado para a pesquisa, é seriamente considerado pela maioria dos professores.

De um modo geral, os professores entrevistados não tiveram contato com a História da Matemática em seu curso de graduação; a maioria só o teve em cursos de pós-graduação e mestrado, o que não os leva a desacreditar na importância do uso da História em suas aulas, ao contrário, a maioria acredita no potencial da História como instrumento de aprendizagem.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, pude observar como a História da Matemática pode ser uma fonte de motivação e incentivo ao estudo da matemática.

Entretanto, devemos ter certa prudência no uso dessa ferramenta de ensino, a fim de não superestimarmos a sua importância pedagógica, e, muito menos usá-la indiscriminadamente e sem qualquer critério.

Acredito que a História, quando usada com fins pedagógicos claros e bem resolvidos pelo professor, pode e deve desempenhar um papel importante no processo de ensino de matemática, sendo um ponto de referência para a geração de problemas motivadores e esclarecedores dos conteúdos ensinados.

A história, enquanto ferramenta de ensino não deve ser utilizada sem qualquer contexto, e muito menos com o fim de tornar uma aula mais “atraente” e sim com o intuito de contextualizar o conteúdo matemático ministrado, e desta forma ser um subsídio no processo de aprendizagem pelo aluno.

Somente uma história contextualizada, orientada, e com o domínio de suas potencialidades plenamente cumpridas pelo professor, é que irá trazer um retorno positivo, dando ao aluno a dimensão histórica e social do que ele está aprendendo, e levando-o a uma interação com o que está aprendendo. Quando isso ocorrer, de fato ter-se-á dado uma aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACHELARD, G.; LECOURT, D. (Org.). **Epistemologia**: trechos escolhidos. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.
- BOYER, C. B. **História da matemática**. Traduzido por Elza Gomide, São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 1974.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros curriculares nacionais**: matemática, v. 3. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BROLEZZI, A.C. **Conexões**: história da matemática através de projetos de pesquisa. SBHMat, 2003.
- BROLEZZI, Antonio Carlos. **A arte de contar: Uma introdução ao estudo do valor didático da história da matemática**.. Dissertação de mestrado, Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1991
- CARAÇA, B. de J.. **Conceitos fundamentais da matemática**. Lisboa: Sá da Costa, 1984.
- CARR, E.H. **Que é História**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987
- D' AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática**: da teoria à prática. 2ª ed., Campinas: Papyrus, 1997. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática)
- _____. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação e matemática. São Paulo: Summus, 1986.
- _____. **A interface entre História e Matemática – Uma visão histórico-pedagógica**, - Documentos , relatos e livros – Internet, <http://vello.sites.uol.com.br/interface.htm>
- DUARTE, Estefânia Fátima, **Contextualização em Educação Matemática**, UEMG, artigo, 1997
- EVANS, P. **Motivação**. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1976
- FARAGO, JORGE LUIZ, **Do Ensino da Matemática à sua contextualização para uma Aprendizagem Significativa**, dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 2003.
- GERDES, P. **Etnomatemática: cultura, matemática, educação**. Moçambique: Instituto Superior Pedagógico, 1991.
- GRATTAN-GUINNESS, I . **História e Psicologia na iniciação Matemática**.J. Math.Educ.Technol.4:p421-453,1973

LAKATOS, I. A Lógica do descobrimento matemático: provas e refutações, Rio de Janeiro, Zahar, 1978.

LIPMAN, Matthew. O pensar na educação. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MIGUEL, A.; MIORIM, M.A. **História na educação matemática**: propostas e desafios. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

_____; FIORENTINI ?? **Álgebra ou geometria**: para onde pende o pêndulo? Pró-posições, vol. 3, nº 1, Campinas: ed. da Unicamp.

MIGUEL, Antonio. **As potencialidades pedagógicas da história da matemática em questão**: argumentos reforçadores e argumentos questionadores. Zetetiké, v. 5, jul-dez 1997, p. 73-129, Campinas: Unicamp.

_____. **Três Estudos sobre história e educação matemática**, Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1993

_____. **Perspectivas teóricas no interior do campo de investigação “história na educação matemática”**. V SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, Rio Claro, 2003. Anais. Rio Claro: UNESP, 2003.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo, EPU, 1999

MOTTA, Cristina Dalva Van Berghen, **História da Matemática na Educação Matemática: Espelho ou Pintura?** – dissertação de mestrado-USP. São Paulo, SP, 2006

PIAGET, J. A. **Equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

_____. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

_____. **Epistemologia genética**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

SAD, L. A. **Abordagem epistemológica da história da matemática**: é um interesse ou interessa? V SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, Rio Claro, 2003. Anais. Rio Claro: UNESP, 2003.

VIANA, Carlos Roberto, **Matemática e História: Algumas relações e Implicações Pedagógicas**, dissertação de mestrado, USP. São Paulo, 1995.

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

WALDEGG, Guilhermina, , **Construtivismo e Educação Matemática**, México, m 1992

ZÚÑIGA, A.R. **Algunas implicaciones de la Filosofía y la Historia de las matemáticas em su Enseñanza..** Costa Rica, p7-19, 1987

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)