



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ELIANE MARIA DE OLIVEIRA ARAMAN

**CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA PARA A
CONSTRUÇÃO DOS SABERES DO PROFESSOR DE
MATEMÁTICA**

Londrina
2011

ELIANE MARIA DE OLIVEIRA ARAMAN

**CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA PARA A
CONSTRUÇÃO DOS SABERES DO PROFESSOR DE
MATEMÁTICA**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista.

Londrina
2011

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

A661c Araman, Eliane Maria de Oliveira.

Contribuições da história da matemática para a construção dos saberes do professor de matemática / Eliane Maria de Oliveira Araman. – Londrina, 2011.
228 f. : il.

Orientador: Irinéa de Lourdes Batista.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2011.

Inclui bibliografia.

1. Matemática – Formação de professores – Teses. 2. Matemática – História – Teses. 3. Professores de matemática – Formação profissional – Teses. 4. Prática de ensino – Teses I. Batista, Irinéa de Lourdes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 51:371.13

ELIANE MARIA DE OLIVEIRA ARAMAN

**CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA PARA A
CONSTRUÇÃO DOS SABERES DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista
UEL – Londrina - PR

Profa. Dra. Bernadete Barbosa Morey
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Profa. Dra. Rosa Lúcia Sverzut Baroni
Universidade Estadual Paulista – Rio Claro

Profa. Dra. Ângela Marta Pereira das Dores
Savioli
UEL – Londrina - PR

Profa. Dra. Rosana Figueiredo Salvi
UEL – Londrina - PR

Londrina, 09 de novembro de 2011.

Para minha querida irmã Viviane...

AGRADECIMENTOS

Ao longo desta jornada contei com o auxílio, conhecimento, incentivo e amizade de muitas pessoas. Foram momentos compartilhados com intensidade e alegria. Agora que chegamos ao final, é tempo de agradecer. Uma formação intelectual não se constrói no vento. É preciso pegadas a seguir e há que agradecer a muitos. Então vamos lá...

À professora Irinéa, que foi uma incansável fomentadora de pesquisas, colocando sempre questões relevantes para o desenvolvimento deste trabalho, orientadora com que a academia me brindou neste doutoramento. Desde a primeira vez que estive neste programa, participando do processo de seleção, ela apostou em mim, confiou na minha capacidade e formamos, ao longo desses quase sete anos (entre mestrado e doutorado), uma boa parceria acadêmica e uma bela amizade. Agradeço imensamente.

Às professoras Bernadete Barbosa Morey, Rosa Lúcia Sverzut Baroni, Angela Marta Pereira das Dores Savioli e Rosana Figueiredo Salvi. Além de terem contribuído com inúmeras sugestões, muito me honrou tê-las em minha banca de doutoramento.

À Capes, pelo apoio financeiro.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática que compartilharam comigo muitos conhecimentos no decorrer de minha formação.

Ao professor Dario Fiorentini, que me enviou muitos materiais de consulta.

Aos professores André Ferrer Martins, Arlete de Jesus Brito, Bernadete Barbosa Morey e Iran Abreu Mendes por me indicarem possíveis sujeitos da pesquisa.

Aos amigos e professores do grupo de pesquisa IFHECEM da UEL, por compartilhar materiais, sugestões, angústias ao longo desse período. Queria relatar o nome de todos, mas não ousou fazer isso nesse momento.

Aos irmãos “Luccas”, Simone e Lucken. A Simone é como uma “irmã acadêmica” mais velha e que esteve comigo, me apoiando em muitos momentos difíceis e, principalmente no dia mais difícil de todos que vivenciei nesta jornada, ela esteve ao meu lado. Isso jamais poderá ser retribuído. O Lucken é para mim uma

referência nos momentos de aflição, perdi as contas de tantas vezes que ele me socorreu, mandando material, melhorando alguma frase minha, me auxiliando na estruturação dos dados, emprestando materiais, revisando minhas apresentações. Nem que eu tentasse, conseguiria retribuir tanta gentileza com a qual o Lucken me tratou todos esses anos.

Ao Márcio e à Simone, pela revisão do texto e pelas sugestões e críticas encaminhadas.

À minha amiga Helenara, pela paciência em escutar minhas lamentações, por inserir números de páginas, por montar as figuras e quadros quando eu não conseguia e, principalmente, por torcer por mim sempre.

A todos da minha família, que tiveram a paciência de aguentar uma doutaranda e suas oscilações de humor por quase quatro anos.

À minha mãe Iria, pessoa da qual herdei a determinação e a coragem para lutar pelo que eu quero e que sempre me diverte quando estou triste.

Ao meu filho Felipe, por ter suportado tantas ausências, por ter formatado computador, instalado impressora, trocado cartucho, instalado programas, ou seja, pela ajuda incansável nos assuntos computacionais, e por não ter me dado muito trabalho nesse período. Você é tudo para mim.

Ao meu companheiro Antonio Carlos, que tem a capacidade, ou o dom, de tornar tudo mais leve e mais fácil de suportar. Além de companheiro, foi nesse período um pai, um amigo, um assessor, motorista, confidente. Sem você, tudo teria sido mais difícil. Obrigada por ficar ao meu lado. Te amo.

Aos meus irmãos, Renato, Romulo e Viviane, que são pessoas fundamentais em minha vida.

Aos meus sobrinhos Thais, Luiza, Eduardo e Lucas, só pelo fato de existirem já me ajudam a ser feliz.

Aos funcionários da secretaria de Pós Graduação que tiveram paciência em me esclarecer várias dúvidas (em algumas vezes, a mesma dúvida várias vezes).

À bibliotecária DiMaria, pela revisão das normas da ABNT.

Às minhas amigas de longa data, Adriana Quimentão Passos, Adriana Berthe Figueiredo, Karen Cristina Rodella Aboriham, Iliane Aparecida Bernardes Pires, Andrea Bonora e Silvana Bonatto, que sempre vibram com as minhas conquistas.

Aos professores P1, P2, P3, P4, P5 e P6, que concordaram em participar dessa pesquisa, sem eles, essa pesquisa não seria possível.

Se me esqueci de alguém, peço que me perdoem...

E finalmente agradeço a Deus, pois se Ele não permitisse nada disso teria ocorrido em minha vida. Agradeço ainda por ter sempre colocado em meu caminho pessoas boas, que me fazem crescer, que me estimulam, que enriquecem a minha existência. Obrigada...

De que valeria a obstinação do saber se ele assegurasse apenas a aquisição dos conhecimentos e não, de certa maneira, e tanto quanto possível, o descaminho daquele que conhece?

Existem momentos na vida onde a questão de saber se pode pensar diferentemente do que se pensa, e perceber diferentemente do que se vê, é indispensável para continuar a olhar e refletir.

Michel Foucault

ARAMAN. Eliane Maria de Oliveira. **Contribuições da história da matemática para a construção dos saberes do professor de matemática**. 2011. 238 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina.

RESUMO

Este trabalho procura investigar a relevância dos conhecimentos advindos de estudos da história da matemática para o processo de formação dos saberes do professor de matemática. As investigações evidenciam que os conhecimentos teóricos e metodológicos da história da matemática são importantes para a formação do professor. Dessa forma, o objetivo central de nosso estudo é analisar e evidenciar como tais conhecimentos colaboram para a estruturação dos saberes docentes. Para isso, os referenciais teóricos explorados nesta investigação envolvem as pesquisas a respeito da formação do professor e dos saberes e conhecimentos necessários para ensinar; as discussões sobre as possibilidades do uso pedagógico da história da matemática no ensino de matemática e na formação do professor. A análise de conteúdo foi escolhida como o instrumento de análise dos dados desta investigação. A pesquisa é qualitativa de cunho interpretativo, em que as etapas principais foram: o levantamento bibliográfico relativo aos temas estudados; a construção do instrumento de coleta de dados (roteiro da entrevista semiestruturada); a coleta de dados, na qual realizamos entrevistas com seis professores que desenvolveram propostas para o uso da história da matemática em sala de aula; a análise das entrevistas que resultou na estruturação de categorias que evidenciam outras formas de saberes docentes, que fazem parte ou vão além daqueles saberes já explicitados pela literatura.

Palavras-chave: História da matemática. Formação de professores de matemática. Saberes docentes. Análise de conteúdo.

ARAMAN, Eliane Maria de Oliveira. **Contributions of the history of mathematics to the construction of mathematic teacher's knowledge.** 2011. 238 f. Thesis (Doctorate in Science Teaching and Mathematical Education) – Universidade Estadual de Londrina.

ABSTRACT

This work investigates the relevance of knowledge derived from studies of history of mathematics to the construction process of the mathematic teacher's knowledge. The investigations show that the theoretical and methodological knowledge of history of mathematics is important for teacher education. Thus, the central aim of our study is to analyze evidence of how such knowledge collaborates to the structuring of the teacher's knowledge. For this, the theoretical frameworks explored in this research involve investigation on the subject of teacher's education and knowledge, the discussions involving the possibility of using the history of mathematics in mathematic education and teacher education. Content analysis was chosen as a tool for data analysis in this research. The research is qualitative interpretative nature, in which the major steps were: the bibliography on the subjects studied; the construction of the instrument of data collection (script of semi-structured interviews); data collection which was realized with six teachers who have developed proposals for the use of history of mathematics in the classroom; and the analysis of the interviews resulted in the structuring of categories that shown other forms of teacher knowledge already explained in the literature.

Keywords: History of mathematics. Mathematics teacher's education. Teacher knowledge. Content analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Circuito recursivo das pesquisas em saberes docentes.....	70
Figura 2 – Espiral cíclica de formação docente	108
Figura 3 – Caráter interdisciplinar da construção de uma abordagem histórica para o ensino de matemática	113
Figura 4 – Categorias da análise realizada	156
Figura 5 – Estrutura da categoria II	161
Figura 6 – Estrutura da categoria III	166
Figura 7 – Estrutura da categoria IV	174
Figura 8 – Estrutura da categoria V	182
Figura 9 – Estrutura da categoria VI	191

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Roteiro para entrevista semiestruturada.....	136
Quadro 2 – Programas, em funcionamento, recomendados e reconhecidos pela CAPES.....	139
Quadro 3 – Linha de pesquisa em história da matemática dos programas analisados.....	141
Quadro 4 – Pesquisas que apresentam propostas para o uso da história da matemática em sala de aula.....	143
Quadro 5 – Síntese do perfil dos professores entrevistados.....	152
Quadro 6 – Discursos que remetem à categoria “lacunas da formação recebida”.....	157
Quadro 7 – Discursos que remetem à subcategoria “visão a-histórica do conhecimento matemático”.....	162
Quadro 8 – Discursos que remetem à subcategoria “compreensão mitificada do conhecimento matemático”.....	168
Quadro 9 – Discursos que remetem à subcategoria “visão dinâmica do conhecimento matemático”.....	167
Quadro 10 – Discursos que remetem à subcategoria “compreensão desmistificada do conhecimento matemático”.....	169
Quadro 11 – Discursos que remetem à subcategoria “explicitação da relação história e filosofia”.....	170
Quadro 12 – Discursos que remetem à subcategoria “contribuições da história da matemática na compreensão dos conteúdos matemáticos”.....	175
Quadro 13 – Discursos que remetem à subcategoria “o papel da história da matemática refletido na ação docente”.....	178
Quadro 14 – Discursos que remetem à subcategoria “adequação da abordagem histórica com as diretrizes curriculares”.....	183
Quadro 15 – Discursos que remetem à subcategoria “adequação da abordagem histórica com o tempo disponível”.....	185
Quadro 16 – Discursos que remetem à subcategoria “história da matemática como facilitadora da contextualização do conhecimento matemático”.....	187

Quadro 17 – Discursos que remetem à subcategoria “relações entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento”	192
Quadro 18 – Discursos que remetem à subcategoria “adequações e seleções entre os elementos históricos e os componentes pedagógicos para a construção da abordagem”	194

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CESAT	Escola Superior de Ensino Anísio Teixeira
COACTIV	Project on Professional Competence of Teachers, Cognitively Activating Instruction
EJA	Educação de Jovens e Adultos
FAFICOP	Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Cornélio Procópio
FUFSE	Fundação Universidade Federal de Sergipe
FURB	Fundação Universidade Regional de Blumenau
HFC	História e Filosofia da Ciência
ICMI	International Commission on Mathematical Instruction
IFHIECEM	Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação em Ciências e Matemática
IUFM	Instituts Universitaires de Formation des Mâitres
NCTM	National Council of Teachers in Mathematics
NOS	Nature of Science
OEA	Organização dos Estados Americanos
PCN's	Parâmetros Curriculares Nacionais
PET	Programa de Educação Tutorial
PUC	Pontifícia Universidade Católica
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
ULBRA	Universidade Luterana do Brasil
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNIBAN	Universidade Bandeirantes
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNICSUL	Universidade Cruzeiro do Sul
UNIFRA	Centro Universitário Franciscano
UNIVATES	Unidade Integrada Vale do Taquari de Ensino Superior
USS	Universidade Severino Sombra

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	A FORMAÇÃO DE PROFESSORES	22
2.1	PROFESSOR COMO UM PROFISSIONAL REFLEXIVO	24
2.2	SABERES E CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA A AÇÃO DOCENTE	29
2.2.1	Base de Conhecimentos do Professor.....	30
2.2.2	Repertório de Conhecimentos para Ensinar	37
2.2.3	Epistemologia da Prática Profissional dos Professores	45
2.3	UM PANORAMA DAS PESQUISAS EM SABERES DOCENTES NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	52
2.4	CRÍTICAS E AVANÇOS NA PERSPECTIVA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	68
3	A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA	74
3.1	HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	75
3.2	HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES	93
3.3	APROXIMAÇÕES ENTRE OS CONHECIMENTOS DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E OS SABERES DOCENTES	106
4	DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA	115
4.1	ESTUDOS TEÓRICOS E DELIMITAÇÃO DO TEMA DA PESQUISA	116
4.2	ANÁLISE DE CONTEÚDO	118
4.2.1	A Evolução Teórica da Análise de Conteúdo.....	121
4.2.2	Etapas de Análise	126
4.2.2.1	A Organização da análise.....	127
4.2.2.2	As unidades de registro e o processo de categorização.....	128
4.2.2.3	O que podemos inferir a partir da análise dos dados.....	131
4.3	COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES DA PESQUISA DE CAMPO	132
4.3.1	As Entrevistas	133
4.3.2	O Processo de Seleção dos Sujeitos	138
4.3.3	Perfil dos Sujeitos Participantes da Pesquisa.....	143
4.4	PROCESSO DE ANÁLISE E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS	152

5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	155
5.1	ESTRUTURA DA ANÁLISE ELABORADA	155
5.1.1	Categoria I - Lacunas da formação recebida	157
5.1.2	Categoria II - Compreensão da natureza do conhecimento matemático pelo professor, antes da pesquisa.....	161
5.1.3	Categoria III - Contribuições da história da matemática para a compreensão da natureza do conhecimento matemático pelo professor	165
5.1.4	Categoria IV - História da matemática na compreensão dos conteúdos matemáticos e na ação docente.....	173
5.1.5	Categoria V - Aspectos metodológicos na construção da abordagem histórica	181
5.1.6	Categoria VI - Perspectiva interdisciplinar das abordagens históricas.....	190
6	CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DOS SABERES DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA	199
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	222
	REFERÊNCIAS	227
	ANEXO	237
	ANEXO A – Autorização	238

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas que procuram compreender o processo de formação docente vêm atraindo, cada vez mais, a atenção e a preocupação da comunidade acadêmica. Encontramos, nesse panorama, debates que procuram evidenciar a necessidade e a relevância de proporcionar uma aproximação entre esses estudos e as situações efetivas vivenciadas pelos professores em sua prática docente.

São várias vertentes a respeito das quais versam essas investigações, como, por exemplo, a formação inicial do professor, focada nos cursos de licenciatura, a necessidade de formação continuada, a investigação dos saberes e conhecimentos do professor necessários para sua função, a necessidade de reflexão da prática profissional, entre outros. É possível perceber um consenso entre as pesquisas no sentido de buscar compreender a complexidade de conhecimentos e saberes que os professores mobilizam visando superar os desafios diários que demandam as situações de ensino e de aprendizagem.

É nesta perspectiva que a presente investigação se insere. Em nossa compreensão, os saberes docentes têm origem em muitas fontes, como a formação inicial, a própria prática, os conhecimentos teóricos das diferentes áreas, a didática, as pesquisas educacionais, entre outros. Sendo assim, nosso objetivo foi compreender e explicitar algumas relações entre os conhecimentos teóricos e metodológicos da história da matemática e a construção dos saberes docentes de professores de matemática.

A literatura que discute a importância de tais conhecimentos na formação do professor é vasta, evidenciando diversas contribuições que os mesmos trazem tanto para o processo de ensino e de aprendizagem quanto para a formação docente. Inseridos nessa temática, compreendemos que a pesquisa que realizamos apresenta novos elementos para essa discussão, uma vez que analisa a construção dos saberes docentes de professores que, além de terem contato com a história da matemática, com os estudos que evidenciam as suas potencialidades na educação matemática, construíram e aplicaram propostas para o uso da história da matemática em sala de aula.

Para alcançar esse objetivo, procuramos investigar professores que vivenciaram a pesquisa, construção e aplicação de uma abordagem pedagógica, fundamentada na história da matemática, de um dado conteúdo matemático.

Por meio dos discursos desses professores e fundamentando-nos nos referenciais teóricos que subsidiam a pesquisa, procuramos estabelecer alguns elementos que evidenciam a presença dos conhecimentos da história da matemática na estruturação dos saberes docentes dos professores pesquisados, assim como analisar de que forma o processo de construção de abordagens históricas traz implicações para a construção dos saberes dos mesmos.

Assim, a pesquisa apresenta características qualitativas uma vez que procuramos compreender e analisar o fenômeno pesquisado. E, atendendo às atuais pesquisas em formação docente, optamos por investigar professores que tiveram a experiência prática de utilizar a história da matemática em salas de aulas regulares.

Para alcançarmos nosso objetivo, realizamos uma pesquisa bibliográfica dos aportes teóricos da formação de professores, que apresentamos no capítulo 2. Discutimos a necessidade da reflexão da prática profissional, como proposta por Schön (1995) e outros pesquisadores. Nessa concepção, o processo de formação não se dá simplesmente por acumulação de conhecimentos e técnicas, mas sim por meio da reflexão crítica de sua prática e da (re)significação constante de saberes e conhecimentos.

Apresentamos, ainda nesse capítulo, a perspectiva das pesquisas em saberes docentes, fundamentadas em Shulman (1986), Gauthier et al. (1998), Tardif (2002) e outros pesquisadores. Na interpretação de Shulman (1986), as questões que envolvem a formação de professores são muito complexas e necessitam de pesquisas coerentes que possam compreender e contribuir com essa problemática. Em seu entendimento, as pesquisas deveriam privilegiar o saber do professor a respeito daquilo que constitui o conteúdo que vai ser ensinado (conhecimento pedagógico do conteúdo).

A discussão apresentada por Gauthier et al. (1998) evidencia a necessidade das pesquisas em educação investigarem e validarem os saberes que fundamentam a prática profissional dos professores, pois isso pode contribuir para que o professor exerça seu ofício com mais competência. Chamam a atenção para que as pesquisas levem em consideração as condições reais do exercício profissional do professor. Em Tardif (2002), encontramos a preocupação de considerar o professor como produtor de saberes e não apenas como transmissor de saberes produzidos por outros.

Sendo assim, Tardif (2002) aponta alguns saberes que são mobilizados pelos professores durante a sua prática profissional e reforça a ideia de que as pesquisas devem colocá-los na posição de sujeitos produtores de saberes. Segundo o autor, essa discussão fundamentada traz importantes contribuições para as pesquisas em formação de professores.

Na sequência dessa discussão, apresentamos um panorama das pesquisas nacionais e internacionais em saberes docentes voltadas especificamente para o campo da educação matemática. E finalizamos esse capítulo com uma seção que aborda algumas críticas e avanços na perspectiva da formação docente, mais especificamente na relevância que os conhecimentos teóricos têm como fonte de saberes para os professores. Essa seção vai ao encontro de nossa problemática, que é explicitar a relação entre os conhecimentos (teóricos e metodológicos) da história da matemática e do processo de construção de abordagens históricas e a estruturação dos saberes docentes do professor de matemática.

No capítulo 3, abordamos diversos autores que discutem a importância da história da matemática na educação matemática e na formação de professores. Os argumentos favoráveis para a inserção de elementos históricos na educação matemática são muitos, pois, segundo os estudiosos contribuem de muitas formas para a aprendizagem matemática. Entretanto, os autores também apresentam, como uma das dificuldades dessa inserção, a formação docente. Destarte, a discussão a respeito da relevância da história da matemática na formação do professor de matemática é essencial.

Esclarecemos que a literatura apresenta muitos elementos contributivos da história da matemática para a formação docente, como apresentamos nesse capítulo. Entretanto, na literatura não encontramos discussões que buscam uma compreensão a respeito das contribuições que o processo de construção e aplicação de abordagens históricas pode trazer para os saberes docentes. Dessa forma, compreendemos que a pesquisa por nós realizada traz novos elementos no sentido de explicitar que esse processo é profícuo e auxilia na construção dos saberes docentes do professor de matemática.

Apresentamos, na última seção do capítulo 3, uma reflexão teórica a respeito das contribuições que os estudos históricos podem trazer para os saberes dos professores de matemática, bem como para a sua formação interdisciplinar.

O desenvolvimento metodológico da pesquisa é apresentado no capítulo 4, no qual situamos a mesma no âmbito das abordagens qualitativas; apresentamos a delimitação do tema e as questões que nortearam o desenvolvimento do trabalho; descrevemos o processo de coleta dos dados e da seleção dos sujeitos da pesquisa e os encaminhamentos de análise e sistematização dos dados.

A fundamentação teórica da metodologia de análise dos dados é apresentada também no capítulo 4. Atendendo aos propósitos de nossa investigação, elegemos a análise de conteúdo, fundamentada em Bardin (2004) para a análise e sistematização dos dados empíricos da pesquisa. Apresentamos o aporte teórico da análise de conteúdo, bem como as etapas metodológicas que precisam ser consideradas, de acordo com essa autora.

Finalmente, no capítulo 5 detalhamos a análise dos dados empíricos, a estruturação das categorias e subcategorias. A análise que desenvolvemos conta com seis categorias que procuram evidenciar as contribuições que o contato que os sujeitos da pesquisa tiveram com os estudos da história da matemática, assim como o processo de construção de abordagens históricas, trouxe para a sua formação, em diversos aspectos.

A estrutura e a análise nos possibilitaram, até o momento, identificar alguns elementos importantes da relação entre a história da matemática e os saberes docentes, que apresentamos no capítulo 6. Discutimos as contribuições que a presente pesquisa traz para a área e apresentamos algumas formas de saberes evidenciados pela investigação.

A presente pesquisa apresenta uma leitura diferenciada, uma vez que analisamos os discursos de professores que vivenciaram o processo de pesquisa, construção e aplicação de uma abordagem histórica. As compreensões alcançadas nesse estudo colaboram com elementos relevantes, evidenciados por meio da análise, que complementam a discussão do papel da história da matemática na formação docente já realizada pela literatura.

Nas considerações finais, apresentamos as conclusões a respeito da investigação possibilitadas até o momento, buscando evidenciar a relevância que o processo de construção e aplicação de abordagens históricas pode ter para a construção dos saberes docentes. Além disso, fazemos uma reflexão a respeito das

possíveis colaborações deste trabalho para as pesquisas relacionadas com a formação docente e com a história da matemática na educação matemática.

2 A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

O tema “formação de professores” tem sido muito debatido nos últimos anos, como podemos observar pela marcante presença desse tema nos estudos e pesquisas que estão sendo publicados em periódicos e eventos, em que essa temática vem apresentando um crescimento considerável.

Tanto pesquisadores nacionais quanto internacionais participam ativamente desses debates, visando aproximar as pesquisas acadêmicas das situações reais vivenciadas pelos professores no exercício diário de sua profissão. Há atualmente um consenso entre as pesquisas da área de que a prática profissional do professor exige uma rede complexa de conhecimentos e saberes que se combinam na tentativa de atender os desafios com os quais se deparam no dia a dia.

Diante desse emaranhado que se constitui a profissão docente, os pesquisadores buscam uma maior aproximação com a realidade do professor, numa tentativa de compreender como se dá o processo de formação docente e de contribuir positivamente para melhor atender essa demanda.

De acordo com essa perspectiva, encontramos muitos estudos que procuram aproximar a formação do professor com a sua realidade profissional. Dentre eles, evidenciamos as pesquisas acerca do professor reflexivo de Donald Schön (1995) e as relacionadas aos saberes docentes de Shulman (1986), Gauthier et al. (1998) e Tardif (2002), que abordaremos no decorrer deste capítulo. Tais trabalhos evidenciam a necessidade de compreender e explicitar os saberes que os professores mobilizam durante a ação docente, bem como as possibilidades de articulação desses saberes com as pesquisas em formação docente.

No âmbito da realidade brasileira, segundo Nunes (2001), foi a partir de 1990 que surgiram as preocupações e reflexões sobre novos enfoques para compreender a prática do professor, considerando a sua complexidade, resgatando a identidade do mesmo como um profissional que também produz conhecimentos em sua prática, e não somente como mero executor dos conhecimentos vindos da pesquisa acadêmica.

As pesquisas sobre formação de professores têm destacado a importância de se analisar a questão da prática pedagógica como algo relevante, opondo-se assim às abordagens que procuravam separar formação e prática cotidiana. Na realidade brasileira, embora ainda de forma um tanto “tímida”, é a partir da década de 1990 que se buscam novos enfoques e paradigmas para compreender a prática pedagógica e os saberes pedagógicos e epistemológicos relativos ao conteúdo escolar a ser ensinado/aprendido (NUNES, 2001, p. 28).

Alves (2007) acrescenta que, nos países anglo-saxônicos, os estudos a respeito dos saberes docentes “representam uma tradição existente há algumas décadas e que ganha impulso, a partir dos anos 1980, com o movimento mais amplo de profissionalização do magistério” (p. 265). No Brasil, as discussões a respeito da temática dos saberes docentes se deram por meio do texto pioneiro de Tardif, Lessard e Lahaye, de 1991, que focalizava os saberes tácitos dos professores, valorizando a experiência profissional, no “entendimento de que é possível a produção de um conhecimento prático e a compreensão de que o professor, ao desenvolver seu trabalho, mobiliza uma pluralidade de saberes” (ALVES, 2007, p. 265).

Diante dessa nova preocupação com a formação profissional do professor, as pesquisas realizadas passaram a considerar os diferentes aspectos de sua história, recorrendo a abordagens metodológicas que analisam a sua trajetória, a sua história de vida, os seus saberes práticos, entre outros. As investigações passam a ter o docente como papel central, buscando a produção de um novo tipo de conhecimento, mais próximo das realidades vivenciadas pelo professor durante a sua prática docente.

Em nosso ponto de vista, a prática profissional do professor é um momento singular de produção de saberes específicos, que só podem ser produzidos no exercício da profissão. Entretanto, essa mesma prática evidencia ao professor uma série de lacunas em sua formação que necessitam de conhecimentos, além daqueles recebidos durante seu processo de formação. Em outras palavras, é no exercício profissional que ele percebe que somente os conhecimentos que já possui não são suficientes para atender a todas as questões de sua ação docente. Diante desses obstáculos, o professor articula sim saberes de sua prática, mas necessita também recorrer aos conhecimentos teóricos relacionados à sua área disciplinar e aos conhecimentos pedagógicos para atender a demanda de sua realidade.

Dessa forma, esta pesquisa procura refletir sobre a relevância que os conhecimentos teóricos e metodológicos podem ter na formação em serviço de professores de matemática que buscaram na pesquisa em história da matemática elementos que colaborassem para a sua prática em sala de aula. A prática profissional legitima vários saberes e, ao mesmo tempo, aponta a necessidade de outros conhecimentos teóricos e metodológicos, e a história da matemática pode trazer benefícios para esse movimento cíclico característico da profissão docente.

Neste capítulo, fundamentamos nossa pesquisa nos debates acerca da necessidade de reflexão do professor sobre sua prática, dos saberes que são elaborados pelos professores no exercício da profissão e das pesquisas que abarcam essas discussões no âmbito da educação matemática.

2.1 PROFESSOR COMO UM PROFISSIONAL REFLEXIVO

A tendência denominada de “formação de professores reflexivos” surgiu a partir da necessidade de analisar a atual situação da formação docente. Em relação a essa linha de investigação, as reflexões a respeito da prática educativa e da criação de novas metodologias devem ir ao encontro de novas possibilidades de formação profissional.

Para Schön (1995), a dicotomia ou distanciamento existente entre as relações teoria-prática na formação do professor causava uma preparação pouco eficiente desse profissional. Segundo Valadares (2008), como uma possibilidade de avanço em relação a essa problemática, na década de 1980 Schön introduz o conceito de “professor reflexivo”. Sua intenção era promover uma crítica ao tipo de formação que os professores recebiam até então, que ele denominou de “racionalidade técnica”. A racionalidade técnica consistia na limitação das ações do professor, em que os mesmos apenas aplicavam técnicas advindas do conhecimento científico. Na compreensão de Gómez (1995, p. 56), a racionalidade técnica:

Trata-se de uma concepção epistemológica da prática, herdada do positivismo, que prevaleceu ao longo do século XX, servindo de referência para a educação e socialização dos profissionais em geral e dos docentes em particular.

Dando continuidade ao pensamento de Schön (1995), esse autor considera que o professor, no exercício de sua profissão, mobiliza e elabora conhecimentos durante a sua própria ação:

O professor ativa seus recursos intelectuais, no mais amplo sentido da palavra (conceitos, teorias, crenças, dados, procedimentos, técnicas) para elaborar um diagnóstico rápido da situação, desenhar estratégias de intervenção e prever o curso futuro dos acontecimentos (GÓMES, 1995, p. 102).

O professor reflexivo deve vivenciar um exercício de análise, ou seja, de reflexão a respeito de sua prática. Porém, esse processo de reflexão envolve vários componentes da vivência do professor, como sua experiência, seus valores, seu conhecimento (teórico, científico, metodológico, etc), que só podem ser objeto de reflexão quando forem integrados significativamente.

Segundo Schön (1995), são três conceitos que, juntos, integram o processo de reflexão do professor, a saber: o conhecimento na ação; a reflexão na ação; e a reflexão sobre a ação e sobre a reflexão na ação.

Estes três processos constituem o *pensamento prático* do profissional (neste caso, do professor), com o qual enfrenta situações “divergentes” da prática. Estes processos não são independentes, completando-se entre si para garantir uma intervenção prática racional (GÓMES, 1995, p. 105).

O processo de reflexão como um todo é necessário para a aprendizagem contínua que caracteriza a formação do professor, ou seja, a reflexão a respeito do que realiza, das escolhas que faz, dos caminhos que escolhe, oferece a oportunidade de questionamentos e, conseqüentemente, gera a busca por mais conhecimento.

Segundo Nóvoa, é necessário que a formação docente estimule

[...] uma perspectiva crítico-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autônomo e que facilite as dinâmicas de autoformação participada. Estar em formação implica um investimento pessoal, um trabalho livre e criativo sobre os percursos e os projetos próprios, com vistas à construção de uma identidade, que é também uma identidade profissional (NÓVOA, 1995, p. 25).

De acordo com este autor, o processo de formação docente não se dá pela acumulação de conhecimentos, informações, técnicas, mas sim por meio da

reflexão crítica de sua prática e da possibilidade de reconstrução de sua identidade, num constante vaivém de avanços e retomadas da relação com o saber e com o conhecimento (NÓVOA, 1995, p. 25).

Para Nóvoa (1995, p. 28), a formação do professor deve passar por novas relações com o saber pedagógico e científico “pela experimentação, pela inovação, pelo ensaio de novos modos de trabalho pedagógico”. Mas também deve passar por uma reflexão crítica de todo esse processo articulado com a prática educativa. Esse processo de formação é constituído por diversos tipos de saberes, produzidos e mobilizados pelos professores no exercício de sua função.

A partir desse debate, da necessidade de reflexão crítica a respeito da construção da identidade do professor, o movimento de conhecimento na ação, reflexão na ação e reflexão sobre a ação e sobre a reflexão na ação proposto por Schön (1995) apresentam uma relevância nas pesquisas de formação e desenvolvimento do professor. Na prática profissional, os docentes se defrontam diariamente com situações problemáticas que exigem respostas e soluções frente às situações de incertezas e de complexidade. Muitas vezes, a formação recebida não é suficiente para dar essas respostas. O professor se vê diante de uma situação para a qual ele não está preparado. Essas situações demandam novos conhecimentos e novas ações, fazendo com que o professor esteja em constante formação.

A crise na educação possibilitou a reflexão a respeito da epistemologia da prática profissional, embora esse aspecto já fosse preocupação de muitos outros estudiosos anteriores a Schön. Para García (1995, p. 60), o conceito de reflexão proposto por Schön contribuiu para relacionar as pesquisas de formação de professor com a atividade prática docente:

A importância da contribuição de Schön consiste no fato de ele destacar uma característica fundamental no ensino: é uma profissão em que a própria prática conduz necessariamente à criação de um conhecimento específico ligado à ação, que só pode ser adquirido através do contato com a prática, pois trata-se de um conhecimento tácito, pessoal e não sistemático (GARCÍA, 1995, p. 60).

O conhecimento prático é desenvolvido durante a atividade profissional, portanto não deve ser visto como um conhecimento fixo, sem

mudanças. Ao contrário, ele deve ser concebido como um constante desenvolvimento pessoal, que se dá a partir da relação entre teoria e prática.

Nessa perspectiva, os estudos propostos por Schön destacam a importância do estudo da prática do professor como fator que influencia a sua atividade docente – que era até o momento pouco considerada pelas pesquisas – com o desejo de superar a relação linear entre o conhecimento científico e a prática na sala de aula.

De acordo com Gómez (1995), as várias críticas sofridas pela racionalidade técnica e a crise educacional conduziram à reflexão e a alternativas para o papel desempenhado pelo professor. Surgem então algumas metáforas que buscam compreender e analisar o professor como profissional, como a perspectiva do professor reflexivo de Schön, a do professor como investigador na sala de aula, proposta por Stenhouse, entre outras.

Como vimos, as discussões a respeito da prática profissional docente não são novas e, embora sejam muitas as tendências, podemos observar a preocupação em comum de analisar como os professores agem diante das situações complexas da atividade escolar, como utilizam o conhecimento científico, como resolvem as situações diversas e inusitadas, como reelaboram as estratégias e criam procedimentos e recursos, entre outros.

São muitos os recursos ativados pelos professores durante a sua prática, mas não é simples explicitá-los. A reflexão é um processo de conscientização de todos os conhecimentos que são mobilizados no decorrer da ação docente. Quando o professor reflete sobre sua prática, ele conscientiza-se da importância dos seus saberes e não cria uma dependência excessiva das técnicas vindas de uma teoria externa ou das imposições curriculares. Ele articula os conhecimentos e saberes que possui com a finalidade de atender adequadamente cada situação singular.

Como apontam Campos e Pessoa (2003, p. 186), os estudos desenvolvidos por Schön tiveram influência dos trabalhos de Dewey e de suas pesquisas a respeito da formação de arquitetos, sendo necessário compreender que “a produção teórica do autor não se refere especificamente à formação de professoras e professores, mas à formação de profissionais de áreas com características diferentes das encontradas nos meios escolares” (CAMPOS; PESSOA, 2003, p. 195). Schön (1995) propõe a formação de um profissional

reflexivo, em oposição ao modelo de formação da racionalidade técnica, ou seja, a superação da racionalidade técnica requer um profissional reflexivo, uma vez que ao refletir na ação, o professor pode encontrar soluções para os diversos problemas com os quais se depara e não aplicar uma solução pré-estabelecida criada em outro contexto. Assim,

[...] não há como se pensar na formação de um profissional reflexivo, partindo da tradição positivista que fundamenta o princípio da racionalidade técnica, uma vez que esta desfavorece uma aproximação ou uma conduta reflexiva desses profissionais diante das situações de conflito e indagações que vão surgindo ao longo do desenvolvimento profissional. Esse modelo contraria a máxima proposta por Schön, que é a reflexão na ação, esta sim, fundamentando a epistemologia da prática defendida por Schön, propicia uma reflexão e uma ação eficaz [...] (CAMPOS; PESSOA, 2003, p. 199-200).

Ao entender a formação profissional docente como um processo de investigação e reflexão de sua própria ação, Schön (1995) demonstra que a prática reflexiva produz um conhecimento que é validado pela própria ação e não recebido de fora, por meio das pesquisas da academia. Ao enfrentar os problemas reais que surgem durante a sua prática, os modelos recebidos de fora não dão conta dessa complexidade, uma vez que os conflitos encontrados não podem ser considerados como instrumentais, bastando um conhecimento técnico para resolvê-los. Ao contrário, as situações conflituosas com as quais os professores se deparam diariamente apresentam uma complexidade que extrapola a visão meramente técnica.

Nesse sentido, a formação profissional do professor requer conhecimentos e saberes que lhe permita uma ação reflexiva, que colaborem para o enfrentamento dos problemas da prática docente na qual apenas a aplicação de teorias e técnicas não é suficiente.

Para Schön, somente uma nova epistemologia da prática, fundamentada na reflexão do profissional sobre a sua prática, é que pode orientar uma possível mudança para a formação de um profissional reflexivo, capaz de encontrar respostas aos dilemas que o exercício profissional diário desses profissionais lhe impõe e que somente a aplicação de teorias e de técnicas não soluciona (CAMPOS; PESSOA, 2003, p. 200).

Embora as contribuições de Schön tenham sido relevantes para o campo de pesquisa de formação profissional do professor, em nossa compreensão,

os saberes oriundos da prática apresentam sua importância, entretanto, esses saberes são intuitivos, pessoais e não sistematizados.

Dessa forma, compreendemos a necessidade de formar um profissional reflexivo, que compreenda sua atuação, que nela desenvolva diversos saberes, mas que tenha a consciência de que o conhecimento sistematizado, fruto das pesquisas, é elemento importante para a constituição de seus saberes. A prática não apresenta todas as respostas, assim como os conhecimentos teóricos desvinculados da mesma também não o fazem. Mas ela legitima o que o professor sabe e, muito do que ele sabe vem do conhecimento teórico e conceitual de sua área disciplinar, das pesquisas em educação, de sua vivência.

Ainda, é por meio da prática que o professor percebe o que não sabe, o que gostaria de saber para responder aos seus alunos, e essa percepção também é oriunda da reflexão. Nesse sentido, os conhecimentos teóricos constituem importantes fontes de enriquecimento para o professor que deseja melhorar a sua ação docente.

2.2 SABERES E CONHECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA A AÇÃO DOCENTE

Como já dissemos, as atuais pesquisas a respeito da formação de professores têm chamado a atenção para a necessidade de compreensão da prática do professor, de como esse profissional desenvolve continuamente seus conhecimentos, num processo constante de ir e vir, a partir de suas experiências. Nesse âmbito, as pesquisas buscam

[...] novos enfoques e paradigmas para compreender a prática docente e os saberes pedagógicos e epistemológicos relativos ao conteúdo escolar a ser ensinado/aprendido, estes parecem continuar sendo, ao menos no Brasil, pouco valorizados pelas investigações e pelos programas de formação de professores (FIORENTINI; SOUZA JUNIOR; MELO, 2003, p. 314).

Nesse cenário, diante da necessidade de repensar a prática docente, uma vez que os programas de formação de professores ainda insistem numa formação dicotomizada, as questões relacionadas aos saberes docentes começam a ser debatidas. As investigações que visam analisar os saberes que são mobilizados pelos professores durante a sua prática apresentam um grau de

relevância, uma vez que buscam realizar a análise numa perspectiva de contribuição para as questões de formação de professor.

Diante de toda a discussão apresentada, neste capítulo, apresentamos uma síntese que realizamos embasada nos estudos de diversos autores a respeito das questões que envolvem os conhecimentos e os saberes que acompanham o professor em sua ação docente. As discussões versam sobre os diferentes saberes que os professores mobilizam e a importância dos mesmos para a sua atuação e desenvolvimento profissional.

Para isso, buscamos junto a pesquisadores nacionais e internacionais uma fundamentação que nos permitisse uma melhor compreensão a respeito dessa temática e das pesquisas que abrangem essa discussão, como em Shulman (1986), Gauthier et al. (1998), Tardif (2002), Fiorentini (2000), Fiorentini, Souza Junior e Melo (2003), Fiorentini, Nacarato e Pinto (1999), Almeida e Biajone (2007), Nunes (2001), Brito e Alves (2008), entre outros.

Em um primeiro momento, abordamos as questões relacionadas aos saberes docentes, como vêm sendo discutidas na literatura, seus encaminhamentos e desdobramentos segundo os autores Lee Shulman, Clermont Gauthier et al. e Maurice Tardif. Esses autores foram escolhidos por apresentarem um estudo sistematizado sobre a questão, além de serem referenciados nas pesquisas da área de formação docente (ALMEIDA; BIAJONE, 2007). Em um segundo momento, apresentamos alguns enfoques de pesquisas em saberes docentes que estão sendo desenvolvidas no âmbito da educação matemática e que colaboram teoricamente com a nossa discussão.

2.2.1 Base de Conhecimentos do Professor

Encontramos em Shulman (1986) uma preocupação com a relação entre o domínio dos conhecimentos que o professor ensina e a formação pedagógica desse professor. De acordo com Ponte (1994, p. 9), coube a Shulman “o mérito de chamar a atenção para a importância de um terceiro domínio, de algum modo a meio caminho entre aqueles dois: o *conhecimento didático do conteúdo*”.

Para Shulman (1986), as questões que envolvem os conhecimentos do professor são muito complexas, necessitando de um arcabouço teórico coerente que compreendesse tais questões. Segundo seus estudos, as pesquisas de

formação docente que ocorriam até então tinham como preocupação investigar como os professores organizavam e administravam suas turmas, as atividades, o tempo, as tarefas, seus planejamentos, entre outros. Dessa forma, na visão do autor, “essas pesquisas trivializam a prática pedagógica, ignorando assim sua complexidade e reduzindo suas demandas” (ALMEIDA; BIAJONE, 2007, p. 287).

Ao observar essa tendência das pesquisas em privilegiar algumas questões didático-pedagógicas, como as citadas anteriormente, e não as relacionadas aos conteúdos de ensino e as formas como esses conteúdos eram ou poderiam ser pedagogicamente trabalhados, Shulman é levado a conduzir um programa de pesquisa que visa “a recuperação do ‘paradigma perdido’, o qual valorizava o saber do professor sobre aquilo que constitui o conteúdo do ensino e da aprendizagem” (FIORENTINI; SOUZA JUNIOR; MELO, 2003, p. 315).

A expressão “paradigma perdido” é utilizada por Shulman ao esclarecer, baseado em suas pesquisas realizadas com testes de concursos para professores entre 1875 e 1975, que, inicialmente, era dada ênfase às questões que envolvem os conteúdos a serem ensinados e pouca àquelas que envolvem as abordagens do processo de ensino e de aprendizagem. Posteriormente, nos anos finais de sua análise, há uma inversão nessa ênfase, ficando em destaque as questões pedagógicas, enquanto que as de conteúdo quase desaparecem. Dessa forma, Shulman “busca investigar, então, o porquê da ruptura entre a teoria e a prática”, ou seja, a presença do conteúdo e da pedagogia na formação do professor (GONÇALVES; GONÇALVES, 2003, p. 106).

Shulman, procurando estruturar e desenvolver seu programa de pesquisa, apresenta algumas reflexões acerca dos conhecimentos do professor:

Quais são os domínios e categorias de conhecimento do conteúdo na mente dos professores? Como, por exemplo, estão relacionados o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico geral? De que forma são os domínios e categorias de conhecimentos representados nas mentes dos professores? Quais são as formas promissoras de aumentar a aquisição e o desenvolvimento de tal conhecimento?¹ (SHULMAN, 1986, p. 9).

¹ Oferecemos o trecho original: What are the domains and categories of content knowledge in the minds of teachers? How, for example, are content knowledge and general pedagogical knowledge related? In which forms are the domains and categories of knowledge represented in the minds of teachers? What are promising ways of enhancing acquisition and development of such knowledge?

Em sua visão, questões como essas estavam sendo ignoradas nas investigações a respeito da formação e desenvolvimento profissional do professor. Assim, Shulman (1986) e seus colaboradores tentam abordar esses questionamentos em um programa de pesquisa que visa investigar como os conhecimentos de um professor são adquiridos, revistos e combinados, compondo uma base de conhecimentos (*knowledge base*).

Com relação ao *knowledge base*, Shulman (1986) considera que, em situações de ensino, o professor necessita de um conjunto de compreensões, conhecimentos, habilidades e disposições para atuar de forma efetiva nas situações de ensino e aprendizagem com as quais se depara diariamente. Dessa forma, a experiência exerce um papel importante na formação do educador, uma vez que é a partir dela que ele vai mobilizar os seus conhecimentos na tentativa de lidar com a complexidade da ação docente.

Shulman (1986) sugere uma distinção entre três categorias de conhecimentos, quando se refere ao conhecimento da disciplina para ensiná-la: o conhecimento do conteúdo da disciplina (*subject matter content knowledge*), o conhecimento pedagógico do conteúdo da disciplina (*pedagogical content knowledge*), e o conhecimento do currículo (*curricular knowledge*). Para ele, é na articulação entre essas três categorias que se forma a base de conhecimentos do professor.

Para esse autor, o conhecimento do conteúdo da disciplina refere-se “à quantidade e organização do conhecimento por si só na mente do professor”² (SHULMAN, 1986, p. 9). Na interpretação de Almeida e Biajone (2007), o conhecimento do conteúdo da disciplina

[...] refere-se às compreensões do professor acerca da estrutura da disciplina, de como ele organiza cognitivamente o conhecimento da matéria que será objeto de ensino. Essa compreensão requer ir além dos fatos e conceitos intrínsecos à disciplina e pressupõe o conhecimento das formas pelas quais os princípios fundamentais de uma área de conhecimento estão organizados (ALMEIDA; BIAJONE, 2007, p. 287).

Nesse enfoque, o conhecimento do conteúdo da disciplina não se limita apenas à detenção de fatos e conceitos relativos a ela; ao contrário, abrange também a compreensão de seus processos de construção e validação. Para

² Oferecemos o trecho original: This refers to the amount and organization of knowledge per se in the mind of the teacher.

Shulman (1986), esse conhecimento engloba as questões históricas, pois é necessário que o professor compreenda, além dos aspectos conceituais da disciplina, os aspectos que envolvem conhecimentos históricos da área em que atua.

O professor precisa não somente compreender que algo é assim; o professor deve ainda compreender por que é assim, quais motivos justificam que isso pode ser afirmado, e sob quais circunstâncias nossa crença na justificação pode ser enfraquecida ou até mesmo negada. Além disso, nós esperamos que o professor compreenda porque um determinado tópico é particularmente central para uma disciplina enquanto um outro qualquer possa ser periférico³ (SHULMAN, 1986, p. 9).

Na perspectiva de Fiorentini, Souza Junior e Melo (2003), é importante salientar o papel de destaque que Shulman atribui à reflexão teórica e epistemológica que o professor faz a respeito dos conteúdos que ensina. Para esses autores,

Shulman defende que o domínio deste tipo de conhecimento não seja apenas sintático (regras e processos relativos) do conteúdo, mas, sobretudo, substantivo e epistemológico (relativo à natureza e aos significados dos conhecimentos, ao desenvolvimento histórico das ideias, ao que é fundamental e ao que é secundário, aos diferentes modos de organizar os conceitos e princípios básicos da disciplina e às concepções e crenças que os sustentam e legitimam) (FIORENTINI; SOUZA JUNIOR; MELO, 2003, p. 316).

Questões como essas demonstram a complexidade do conhecimento do conteúdo da disciplina por parte do professor e como esse conhecimento pode influenciar seus julgamentos pedagógicos e as ênfases dadas por ele a um ou outro conteúdo curricular. Ter um domínio do conteúdo que ensina, nessa visão, confere ao professor uma autonomia intelectual para agir com criticidade frente aos currículos, aos processos de ensino e de aprendizagem.

Com relação ao conhecimento pedagógico do conteúdo, este pode ser concebido como um conjunto de conhecimentos e capacidades próprias do professor, que consiste nos modos pelos quais este formula e apresenta o conteúdo com o objetivo de torná-lo compreensível para seus alunos. Para Shulman, na

³ Oferecemos o trecho original: The teacher need not only understand that something is so; the teacher must further understand why it is so, on what grounds its warrant can be asserted, and under what circumstances our belief in its justification can be weakened and even denied. Moreover, we expect the teacher to understand why a given topic is particularly central to a discipline whereas another may be somewhat peripheral.

categoria de conhecimento pedagógico do conteúdo podem ser incluídas “as analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações – em outras palavras, as formas de representação e formulação do assunto que pode torná-lo compreensível para os outros⁴” (SHULMAN, 1986, p. 9).

Dessa forma, pode ser considerado um conhecimento que extrapola tanto a compreensão dos conteúdos, como também dos aspectos pedagógicos. Ele articula o conhecimento que é objeto de ensino e de aprendizagem com os procedimentos didáticos que visam favorecer o processo de compreensão dos mesmos. Também se refere à compreensão que os professores têm do que facilita ou dificulta a aprendizagem dos alunos em um determinado tema. O conhecimento pedagógico do conteúdo é fruto da relação dinâmica entre o conteúdo a ser ensinado e as formas mais adequadas de se fazê-lo. Para isso, o professor lança mão de uma série de conhecimentos teóricos como também de saberes oriundos de sua prática docente. Segundo Almeida e Biajone, na perspectiva de Shulman,

a chave para distinguir a base do conhecimento do ensino repousa sobre a interseção de conteúdos e pedagogia, na capacidade que um professor tem de transformar o conhecimento do conteúdo que ele possui em formas que sejam pedagogicamente eficazes e possíveis de adaptação às variações de habilidades e contexto apresentados pelos alunos (ALMEIDA; BIAJONE, 2007, p. 288).

Podemos compreender o conhecimento pedagógico do conteúdo como sendo aquele no qual o professor, a partir do conhecimento teórico que tem do conteúdo e de suas vivências, adapta, reorganiza, reestrutura a fim de torná-lo adequado e compreensível para seus alunos. Esse é um processo que exige reflexão constante do professor, no sentido de analisar suas estratégias frente a cada realidade com a qual se depara em seu cotidiano. Nesse processo, recorre a variados conhecimentos e saberes, muitas vezes de forma inconsciente, mas estão presentes em cada uma de suas tomadas de decisão.

Este é, de acordo com Shulman (1986), um conhecimento de fundamental importância para a ação docente, uma vez que trata das questões de ensino e de aprendizagem, da forma como o docente desenvolve os conteúdos em

⁴ Oferecemos o trecho original: Within the category of pedagogical content knowledge I include, for the most regularly taught topics in one's subject area, the most useful form's of representation of those ideas, the most powerful analogies, illustrations, examples, explanations, and demonstrations - in a word, the ways of the representing and formulation the subject that make it comprehensible to others.

sala de aula, as diferentes formas como esses conteúdos podem ser abordados e as maneiras pelas quais os alunos aprendem, conforme Paiva, 2008.

A terceira categoria de conhecimento estabelecida por Shulman (1986) diz respeito ao conhecimento curricular. Segundo ele, esse conhecimento abarca a compreensão do programa, o conhecimento que o professor tem dos materiais disponíveis para ensinar um dado conteúdo, a capacidade de estabelecer articulações entre o conteúdo a ser ensinado e a história da evolução curricular do conteúdo a ser ensinado. O currículo, em sua visão, pode ser representado por toda a gama de programas concebidos para o ensino de assuntos e tópicos específicos em um determinado nível, a variedade de materiais didáticos disponíveis e “o conjunto de características que servem como indicações e contraindicações”⁵ para o uso do currículo e de materiais específicos em circunstâncias especiais (SHULMAN, 1986, p. 10).

Existem modos diferentes para abordarmos os conteúdos a serem ensinados em séries diferentes. Há necessidade de uma adequação da linguagem, uma preocupação com a profundidade e com a complexidade empregada em cada fase.

Esta preocupação do professor com a compreensão do que está ensinando e as alternativas que encontra, à medida que reflete sobre a sua prática e busca soluções para problemas do cotidiano pedagógico, é que fazem a singularidade da sua prática profissional (GONÇALVES; GONÇALVES, 2003, p. 110).

De acordo com Almeida e Biajone (2007), em trabalhos posteriores, Shulman concebe uma revisão das três categorias apresentadas, mas mantendo as características originais de seu trabalho de 1986. Em um outro estudo de Shulman (1987), os conhecimentos necessários à prática docente são apresentados de uma maneira mais detalhada, incluindo, além dos conhecimentos já discutidos anteriormente, os saberes da experiência e o saber a respeito dos alunos (FIORENTINI, 2004). Dessa forma, os conhecimentos que um professor mobiliza durante seu exercício profissional devem incluir:

⁵ Oferecemos o trecho original: The curriculum is represented by the full range of programs designed for the teaching of particular subjects and topics at, a given level, the variety of instructional materials available in relation to those programs, and the set of characteristics that serve as both the indications and contraindications for the use of particular curriculum or program materials in particular circumstances.

- a) conhecimento do conteúdo: como já destacamos anteriormente, são os conhecimentos relativos ao conteúdo da disciplina que o professor ministra, suas compreensões dos fatos, conceitos e procedimentos de uma área do conhecimento;
- b) conhecimento curricular: engloba o entendimento que o professor tem do programa, dos materiais que mobiliza para ensinar, como já foi colocado;
- c) conhecimento pedagógico geral: é o conhecimento dos princípios e estratégias que o professor tem para manejar e organizar a classe;
- d) conhecimento pedagógico do conteúdo: é o conhecimento resultante entre conteúdo e pedagogia, ou seja, é o modo de ensinar o conteúdo e de tornar a disciplina compreensível para os alunos;
- e) conhecimento das características cognitivas dos alunos: é o conhecimento que o professor tem de como seu aluno aprende, de como se desenvolve cognitivamente, cuja finalidade é compreender esses processos cognitivos e proporcionar uma melhor intervenção pedagógica;
- f) conhecimento do contexto educacional: inclui as situações reais de trabalho, a composição do grupo de alunos em sala de aula, a comunidade escolar na qual está inserido, suas características, particularidades, entre outros;
- g) conhecimento dos fins educacionais: são os valores, os propósitos educacionais, bem como seus fundamentos históricos e filosóficos.

Para Manrique e André (2008, p. 138), o domínio do conhecimento do conteúdo no ensino é um domínio que requer muita atenção, uma vez que faz a “integração de um complexo conjunto de saberes que são exclusivos dos professores”. Esse domínio, segundo as autoras, comporta o conhecimento sobre a matéria, o conhecimento didático da matéria e o conhecimento curricular da matéria.

Os estudos de Shulman a respeito da base de conhecimentos que os professores necessitam ao lecionar têm contribuído para a estruturação e encaminhamentos das questões tratadas no âmbito dos saberes docentes. Seu interesse em investigar os conhecimentos que os professores têm dos conteúdos e as relações entre eles e o processo de ensino realizado pelo professor em sala de aula suscita reflexões relevantes da dinâmica da formação docente.

2.2.2 Repertório de Conhecimentos para Ensinar

Encontramos também, nos estudos desenvolvidos por Gauthier e seus colaboradores (1998), a preocupação em considerar o contexto real em que o ensino efetivamente acontece para a construção dos saberes dos professores. Tais estudos procuraram identificar, nas pesquisas norte-americanas sobre o ensino, as convergências observadas no que se refere aos saberes mobilizados pelos professores na prática pedagógica (*knowledge base*)⁶.

Os autores argumentam que é primeiramente necessário conhecer o processo de ensino para depois refletir sobre ele. Dessa forma, consideram que sabemos muito pouco a respeito dos fenômenos relativos ao ensino e que, “ao contrário de outros ofícios que desenvolveram um corpus de saberes, o ensino tarda a refletir sobre si mesmo” (GAUTHIER et al., 1998, p. 20). Em seus estudos, arrazoam que ainda temos pouca compreensão a respeito das atitudes dos professores em sala de aula e da influência que exercem na aprendizagem. Entretanto, conhecer esses aspectos “do saber profissional docente é fundamental e pode permitir que os professores exerçam o seu ofício com muito mais competência” (GAUTHIER et al., 1998, p. 20).

De acordo com Brito e Alves (2008), a profissionalização do ofício do ensino pressupõe a compreensão e descrição da natureza dos saberes que fundamentam a prática profissional do professor. Dessa forma, a partir da década de 1980, aproximadamente, observamos um ímpeto nas pesquisas com relação a compreender e descrever a ação docente por meio de investigações realizadas diretamente nas salas. Nesse contexto, as questões que envolvem os saberes, as habilidades e as atitudes que os professores mobilizam durante o exercício de sua profissão começam a ser debatidas. Assim,

[...] as inúmeras pesquisas realizadas nos últimos anos, com o objetivo de definir um repertório de conhecimentos para a prática pedagógica, podem ser interpretadas como uma série de incentivos para que o docente se conheça enquanto docente, como uma série de tentativas de identificar os constituintes da identidade profissional e de definir os saberes, as habilidades e as atitudes envolvidas no exercício do magistério (GAUTHIER et al., 1998, p. 18).

⁶ Gauthier et al. (1998) esclarecem que, em inglês, o termo *knowledge base* é empregado frequentemente em um sentido amplo, que engloba todos os saberes do professor, como os citados por Shulman. Em seus estudos, preferem utilizar a expressão *repertório de conhecimentos* para designar o que chamam de *saberes da ação pedagógica*.

Na tentativa de esclarecer melhor a questão que envolve os saberes docentes, Gauthier et al. (1998, p. 19) salientam que, no contexto educacional, promover um avanço nas pesquisas sobre o repertório de conhecimentos é primordial, no sentido de que permitem fornecer elementos importantes para as ciências da educação, uma vez que estas produzem “saberes que não levam em conta as condições concretas de exercício do magistério”. Essas duas questões, a dificuldade que a profissão docente tem de revelar seus saberes e os saberes produzidos pelas ciências da educação incoerentes com a prática do professor, podem ser beneficiadas pelos avanços nas pesquisas.

Nunes (2001) salienta esse ponto fundamental dos estudos de Gauthier et al. (1998), considerando que essa investigação “[...] tem como ponto de apoio as premissas de que, assim como a *atividade docente* não tem conseguido revelar os seus saberes, as *ciências da educação* acabam por produzir outros saberes que não condizem com a prática” (NUNES, 2001, p. 33).

Podemos compreender que existe uma lacuna entre a prática docente e as pesquisas teóricas da educação, e a compreensão dos saberes e conhecimentos mobilizados pelos professores na ação pedagógica podem contribuir para diminuir esse distanciamento.

Gauthier et al. (1998) examinam esses dois obstáculos que, segundo eles, vêm dificultando a emergência dos saberes profissionais: o ofício sem saberes e os saberes sem ofício.

No primeiro deles, o ponto relevante é compreender certas ideias que contribuem para manter o ensino confinado à sala de aula e longe de uma conceitualização. Uma dessas ideias é aquela que considera que, para ensinar, é suficiente conhecer o conteúdo e transmiti-lo a um grupo de alunos.

Entretanto, quem está inserido diariamente nas salas de aula sabe que ensinar compreende muitas outras questões que vão além de apenas saber o conteúdo, como planejar atividades adequadas a cada realidade, adequar o tempo disponível com os conteúdos que devem ser ensinados, resolver questões de disciplina, organizar o processo educativo, entre outros. Dessa forma,

Pensar que ensinar consiste apenas em transmitir um conteúdo a um grupo de alunos é reduzir uma atividade tão complexa quanto o ensino a uma única dimensão, aquela que é mais evidente, mas é sobretudo negar-se a refletir de forma mais profunda sobre a natureza desse ofício e dos outros saberes que lhe são necessários (GAUTHIER et al., 1998, p. 20-21).

Outra ideia apontada por esses autores é a de que ensinar é uma questão de talento. O talento é importante para qualquer profissão; entretanto, apenas o talento não basta, também temos que considerar o trabalho e a reflexão como componentes de sustentação do ensino. Dessa forma, reduzir a atividade de ensino ao talento pode levar à ideia equivocada de que não é importante realizar pesquisas na área de educação (GAUTHIER et al., 1998).

Há a ideia de que para ser professor basta ter bom senso. Mas fica evidente que apenas bom senso não é suficiente no campo da pedagogia. Além do mais, o senso não é único, ao contrário, é plural, pois varia de acordo com cada perspectiva. Dessa forma, como definir o bom? Sendo os ambientes educacionais complexos, com conflitos de valores e diferentes pontos de vista, apelar ao bom senso significa considerar um, aquele que em nossa opinião é o bom, e, conseqüentemente, desconsiderar os demais. Na visão dos autores, recorrer ao bom senso pode conduzir à ideia de que não há nada para se aprender em educação:

Argumentar assim em favor do bom senso é insinuar que não existe nenhum conjunto de conhecimentos e de habilidades necessários ao exercício do magistério, e que basta simplesmente usar o seu discernimento, como se o discernimento não precisasse de conhecimentos em que se apoiar, como se o discernimento não passasse de lógica formal sem conteúdo (GAUTHIER et al., 1998, p. 22).

Também apontam a ideia de que a intuição pode ser um bom guia para as tomadas de decisão. Segundo os autores (GAUTHIER et al., 1998), esse ponto de vista vindo da psicologia humanista, conduz à compreensão de que não é necessário refletir sobre nossas ações, ter certo grau de criticidade sobre elas, usar a própria razão. Esse fato impede o ensino de se expressar, de refletir a respeito dos saberes que lhe são importantes.

Ter experiência também é uma ideia que circula frequentemente no meio educacional. O ensino é concebido como um processo que se aprende na prática, por meio de erros e de acertos. É patente que o saber experiencial é muito importante na profissão docente, assim como nas demais profissões. Todavia, a experiência não compõe a totalidade dos saberes docentes. Esse saber precisa ser alimentado, direcionado por um conhecimento anterior mais formal que o auxilia na interpretação dos acontecimentos e nas possíveis intervenções. O professor não

pode adquirir tudo por meio da prática. Segundo Gauthier et al. (1998, p. 24), o professor “deve possuir um corpus de conhecimentos que o ajudarão a *ler* a realidade e a enfrentá-la”.

Chamam a atenção para o fato de que, se nas outras profissões há saberes que são aprendidos durante o processo de formação, na educação também existe saberes específicos que podem ser descritos, analisados e aprendidos durante a formação. Nesse sentido,

Advogar unicamente em favor da experiência é prejudicar a emergência do reconhecimento profissional dos professores, visto que se reconhece uma profissão principalmente pela posse de um saber específico formalizado e adquirido numa formação de tipo universitário (GAUTHIER et al., 1998, p. 24).

A última ideia preconcebida em educação que colabora para manter o ensino longe de sua conceitualização é a de que basta ter cultura. No entendimento dos autores, ter cultura não implica necessariamente ensinar bem. O saber cultural é fundamental na profissão docente, contudo “tomá-lo como exclusivo é mais uma vez contribuir para manter o ensino na ignorância” (GAUTHIER et al., 1998, p. 25).

Essas ideias são frequentemente observadas no âmbito educacional e, como já salientamos, acabam por prejudicar o processo de compreensão dos saberes necessários à ação pedagógica e, conseqüentemente, a profissionalização do ensino. Então, é necessário romper com essas concepções e considerar que a ação docente mobiliza diversos saberes e que estes precisam ser estudados, analisados, delineados.

O segundo obstáculo refere-se aos saberes sem ofício, que “têm sua origem nas Ciências da Educação, ou seja, são os conhecimentos produzidos nos centros acadêmicos” (ALMEIDA; BIAJONI, 2007, p. 284). Neste caso, da mesma forma que é um equívoco considerar a profissão docente como um ofício sem saberes, encontramos a tendência inversa que é a de formalizar o ensino de modo a reduzir de tal forma a sua complexidade que ele perde a correspondência com a realidade, que é o contexto concreto onde o ensino ocorre, como salientam Gauthier et al.:

Embora as faculdades de educação tenham produzido saberes formalizados a partir dessas pesquisas, esses saberes não se dirigiam ao professor real, cuja atuação se dá numa verdadeira sala de aula, mas a uma espécie de professor formal, fictício, que atua num contexto idealizado, unidimensional, em que todas as variáveis são controladas (GAUTHIER et al., 1998, p. 26).

Dessa forma, o professor era formado como um técnico do ensino e seu papel restringia-se a aplicar as soluções oferecidas pelas pesquisas nas situações com as quais se deparava. Como vimos, esse modelo de formação foi muito criticado por Schön (1995), pois não considerava a complexidade da situação pedagógica nem o seu contexto real. E, de fato, é comum observarmos até hoje professores que não compreendem ou não percebem a relação desses saberes produzidos pela ciência da educação e a situação real de sala de aula.

Nesse sentido, esse obstáculo contribui para a desprofissionalização da atividade docente, pois reforçou, junto aos professores, a ideia de que os conhecimentos produzidos nas universidades não “lhes podiam fornecer nada de realmente útil”, de forma que era mais coerente continuar se apoiando na experiência pessoal, na intuição, no bom senso, entre outros (GAUTHIER et al., 1998, p. 27).

Com a intenção de não cair na armadilha colocada por esses dois obstáculos, os autores entendem que a profissionalização da atividade docente deve enfrentar o desafio de identificar os saberes próprios do ensino, considerando o contexto real, complexo, no qual muitas variáveis interferem no processo de ensino e nas tomadas de decisão do professor. Propõem um ofício feito de saberes, os quais “formam uma espécie de reservatório” que possibilita ao professor se abastecer para responder à diversidade de questões que envolvem o ensino (GAUTHIER et al., 1998, p. 27).

Esse reservatório, nos estudos apontados por Gauthier et al. (1998), é composto por seis tipos de saberes, que apresentamos a seguir.

Os saberes disciplinares referem-se àqueles produzidos pelos pesquisadores e cientistas das diversas áreas do conhecimento. São os saberes que encontramos hoje em forma de disciplinas nas universidades. Constituem a matéria, o conteúdo de uma disciplina. O professor não é produtor de saberes disciplinares, mas utiliza esses saberes produzidos pelos pesquisadores, uma vez que é necessário que o professor tenha domínio de um conteúdo para que possa

ensiná-lo. Entretanto, Gauthier et al. (1998, p. 29) destacam que conhecer a matéria traz, imbricada, uma série de questões:

O que quer dizer “conhecer a matéria”, para um professor, num contexto real de ensino? Será que ele precisa conhecer a estrutura da disciplina, isto é, os conceitos fundamentais e o método relativo a uma disciplina, por exemplo, à química? Será que deve conhecer também a história dessa disciplina, o contexto e a ordem de surgimento de determinados conceitos? Será que o conhecimento do professor de química, sobre a matéria, é diferente do químico? (GAUTHIER et al., 1998, p. 29-30).

Essas questões explicitadas pelos autores evidenciam que ter domínio de um conteúdo, de uma matéria, envolve questões de natureza histórica e epistemológica, e ainda que o tipo de conhecimento que um professor tem da matéria que ensina está diretamente relacionado com a maneira pela qual essa matéria será ensinada por ele.

Outro ponto importante levantado pelos autores são as transformações pelas quais o saber disciplinar passa ao ser ensinado nas escolas. Os professores lançam mão de uma série de adequações com o intuito de tornar possível o ensino da matéria. Dessa forma, o saber disciplinar é reconstruído continuamente pelo professor no contexto específico de sala de aula.

O saber curricular é o saber presente nos programas escolares que servem de guia para o professor planejar e avaliar o processo de ensino. Os programas não são produzidos pelos professores, mas por especialistas que selecionam e organizam os saberes produzidos pelas ciências. Também são transformados pelas editoras em manuais, livros didáticos, cadernos de exercícios, que são utilizados pelos professores.

Não obstante, o saber curricular também é reconstruído pelo professor em sua prática, uma vez que ainda seleciona e reorganiza o programa e manuais recebidos baseados em critérios próprios.

Os saberes das ciências da educação podem ser compreendidos como um tipo de saber “relacionado a questões como funcionamento e organização da escola, desenvolvimento da criança, evolução da profissão de professor” (BRITO; ALVES, 2008, p. 28). É um saber que não está diretamente relacionado com a ação pedagógica, mas que está presente no modo como o docente pode ser considerado um profissional.

Os saberes da tradição pedagógica são os saberes que as pessoas têm da profissão de professor mesmo antes de fazerem um curso de formação em uma universidade. Podemos considerar o saber da tradição pedagógica como o saber dar aula, que foi desenvolvido durante toda a nossa vivência como estudante, envolvendo nossas concepções do que é ser professor e do que é saber dar aula.

Essa representação do que é a profissão docente interfere no comportamento dos professores, mas esse saber também é reestruturado, “adaptado e modificado pelo saber experiencial, e, principalmente, validado ou não pelo saber da ação pedagógica” (GAUTHIER et al., 1998, p. 32).

O saber da experiência é aquele desenvolvido a partir das próprias vivências. É um saber pessoal, particular, que vai se constituindo ao longo da carreira, por meio de situações que vão se repetindo, tornando-se rotineiras. Essas experiências vão compondo um conjunto de saberes privados que o professor julga adequados na sua atuação profissional. Ainda que ele vivencie muitas delas, estas permanecem restritas à sala de aula, os julgamentos que o professor faz a respeito das experiências que vivencia não são conhecidos nem testados pelos métodos científicos, e este é um fator limitante do saber experiencial:

[...] um professor pode ter experiência e dar explicações errôneas para justificar a sua maneira de agir. O professor pode acreditar que é porque ele age de tal modo que os alunos aprendem, ao passo que, na realidade, a explicação pode muito bem ser outra. O que limita o saber experiencial é exatamente o fato de que ele é feito de pressupostos e de argumentos que não são verificados por meio de métodos científicos (GAUTHIER et al., 1998, p. 33).

Os saberes da ação pedagógica são os saberes da experiência quando se tornam públicos e são testados por meio das pesquisas realizadas em sala de aula. Os julgamentos que os professores fazem a respeito de suas experiências e os motivos que apoiam as suas tomadas de decisão podem ser estudados pelos pesquisadores, com a finalidade de estabelecer algumas regras de ação que podem ser conhecidas e aprendidas por outros. Os resultados de tais pesquisas podem trazer muitas contribuições para a formação docente, entretanto, o que observamos é que os saberes da ação pedagógica são pouco investigados, trazendo poucos benefícios para os programas de formação, como salientam Gauthier et al. (1998, p. 33-34):

Estamos ainda naquele ponto em que cada professor, sozinho em seu próprio universo, elabora uma espécie de jurisprudência particular, feita de mil e um truques que “funcionam” ou que ele acredita que funcionam. Contudo, exatamente por ser particular, essa jurisprudência raramente chega ao conhecimento público para ser testada. Além disso, embora presente em toda prática profissional, uma jurisprudência particular não tem nenhuma utilidade para a formação de professores e não leva a um maior reconhecimento do status profissional dos docentes.

A ausência de pesquisas que legitimem um saber da ação pedagógica faz que o professor, na tentativa de fundamentar sua prática, continue recorrendo à experiência, ao bom senso, ou seja, continue “usando saberes que não somente podem comportar limitações importantes, mas também não o distinguem em nada, ou quase nada, do cidadão comum” (GAUTHIER et al., 1998, p. 34). É por meio da explicitação e análise desses saberes que podemos atingir o patamar da profissionalização do ensino. Mas, para atingirmos essa profissionalização, é necessário, além de identificar saberes da ação pedagógica válidos, demonstrar para a população em geral a relevância deles no exercício da docência.

Assim, o desenvolvimento de investigações que evidenciem um saber da ação pedagógica, validado pelas pesquisas e pela atividade dos professores, pode contribuir para uma formação na qual os professores reconhecessem esse saber como pertinente e, conseqüentemente, a sociedade. A determinação de um repertório de conhecimentos específicos da docência é uma tarefa que requer pesquisas, no sentido de fundamentar a ação do professor de maneira científica, que explicitem

[...] o trabalho do professor como o de um profissional, ou seja, como o daquele que, munido de saberes e confrontado a uma situação complexa que resiste à simples aplicação dos saberes para resolver a situação, deve deliberar, julgar e decidir com relação à ação a ser adotada, ao gesto a ser feito ou à palavra a ser pronunciada antes, durante e após o ato pedagógico (GAUTHIER et al., 1998, p. 331).

Podemos compreender a atividade docente como uma ação que comporta e mobiliza diversos conhecimentos, que são reconstruídos no exercício da profissão, mas que precisam ser analisados e validados para que possam contribuir com a profissionalização do trabalho do professor. Esses conhecimentos formam conjunto de saberes que sustentam as tomadas de decisão dos professores nas ações pedagógicas.

Os estudos de Gauthier et al. (1998) procuram compreender a profissão do professor no seu efetivo exercício, ou seja, no seu contexto de atuação, que é a sala de aula, tentando estabelecer algumas convergências a respeito do repertório de saberes mobilizados por eles nesse processo. Como já salientamos, esses autores compreendem que é por meio do estudo e da validação dos saberes da ação pedagógica que se dará a profissionalização docente.

2.2.3 Epistemologia da Prática Profissional dos Professores

Outro estudioso que se dedicou à compreensão dos saberes elaborados pelos professores foi Tardif, que, juntamente com seus colaboradores, procurou evidenciar a necessidade de investigações que analisem o professor como produtor de saberes.

Os resultados de pesquisas têm mostrado que os professores, apesar de mobilizarem diversos saberes em sua prática docente, apresentam dificuldades em fazer uma reflexão sobre os mesmos para deles se apropriarem e redirecionarem suas práticas, além de não se reconhecerem como produtores de saber (ALMEIDA e BIAJONE, 2007; FIORENTINI, SOUZA JUNIOR e MELO, 2003). Muitas vezes se consideram apenas “transmissores” de saberes que recebem prontos de outras instituições. Nesse sentido, Tardif apresenta alguns questionamentos:

Quais são os saberes que servem de base ao ofício de professor? Noutras palavras, quais são os conhecimentos, o saber-fazer, as competências e as habilidades que os professores mobilizam diariamente, nas salas de aula e nas escolas, a fim de realizar concretamente as suas diversas tarefas? Qual é a natureza desses saberes? (TARDIF, 2002, p. 9).

Em sua compreensão, os professores, no exercício da profissão, utilizam um leque de saberes para atender às suas necessidades de ensinar. Embora isso ocorra cotidianamente, eles apresentam dificuldades em “teorizar a sua prática e formalizar seus saberes” (TARDIF, 2002, p. 274). Como consequência, tais saberes são pouco explicitados e estudados, tornando-se pessoais, tácitos e ilativos.

Para esse autor, as pesquisas em formação docente precisam estudar o repertório de conhecimentos dos professores com base nos saberes que usam efetivamente nos diversos contextos de seu trabalho em sala de aula. Dessa

forma, realizou um estudo a respeito dos saberes docentes e denominou de epistemologia da prática profissional o estudo de tais saberes, conforme a definição que apresenta:

Chamamos de epistemologia da prática profissional o estudo do *conjunto* dos saberes utilizados *realmente* pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar *todas* as suas tarefas. Damos aqui à noção de “saber” um sentido amplo, que engloba os conhecimentos, as competências, as habilidades (ou aptidões) e as atitudes, isto é, aquilo que muitas vezes chamamos de saber, saber-fazer e saber-ser (TARDIF, 2002, p. 255).

Nesse estudo são levantadas várias questões no sentido de esclarecer o papel que os diversos saberes desempenham no exercício da profissão docente. Esses saberes são apenas conhecimentos técnicos e científicos que podem ser encontrados na formação inicial? Como os professores adquirem tais saberes? De que forma os programas de formação podem considerar e até mesmo integrar os saberes na formação desses profissionais? Com o intuito de discutir questões como essas, Tardif apresenta sua perspectiva teórica.

Para ele, os saberes dos professores não podem ser compreendidos de maneira separada das outras dimensões do ensino, mas sim no contexto da profissão docente, da sua história e de sua situação na escola e na sociedade (TARDIF, 2002). Ao contrário, os saberes estão sempre relacionados com os condicionantes e com o contexto de trabalho. Não podemos considerar a educação como uma categoria autônoma, sem vínculos com as demais dimensões sociais e humanas nas quais os professores estão inseridos.

Além disso, o saber não é uma coisa que flutua no espaço: o saber dos professores é o saber *deles* e está relacionado com a pessoa e a identidade deles, com a sua experiência de vida e com a sua história profissional, com as suas relações com os alunos em sala de aula e com outros atores escolares na escola, etc. por isso, é necessário estudá-lo relacionando-o com esses elementos constitutivos do trabalho docente (TARDIF, 2002, p. 11).

Para compor os seus argumentos, Tardif (2002, p. 11) demonstra uma preocupação em sua abordagem de não se deixar cair na cilada do “mentalismo” e do “sociologismo”, procurando estabelecer a articulação entre o ponto de vista social e o individual do saber, uma vez que considera que, embora o

saber seja social, sua existência depende das atuações individuais dos professores em sua prática.

Com relação ao “mentalismo”, Tardif considera que esse processo “consiste em reduzir o saber, exclusiva ou principalmente, a processos mentais (representações, crenças, imagens, processamento de informações, esquemas, etc)” (TARDIF, 2002, p. 11). O saber dos professores, segundo ele, é um saber social, justificado em cinco colocações:

- a) Primeiramente, porque o saber do professor é social, uma vez que é compartilhado com outros professores que possuem uma formação relativamente comum. Esses professores trabalham em uma mesma organização e, conseqüentemente, estão sujeitos a programas, matérias, regras, etc, também em comum. Dessa forma, as práticas de um determinado professor só têm sentido “quando colocadas em destaque em relação a essa situação coletiva de trabalho” (TARDIF, 2002, p. 12).
- b) O saber é social, pois sua posse e utilização estão legitimadas por um sistema, que pode ser a universidade, a escola, sindicatos, grupos científicos, entre outros. Dessa maneira, um professor não define autonomamente o seu próprio saber, esse saber resulta das negociações entre os diversos grupos.
- c) A própria profissão docente tem caráter social. O saber se manifesta por meio das relações complexas entre os sujeitos do processo (professores e alunos).
- d) O que os professores ensinam e como ensinam sofrem influências sociais e vão se modificando ao longo da história. O que era “adequado” há algum tempo pode não ser mais hoje.

[...] a Pedagogia, a Didática, a Aprendizagem e o Ensino são construções sociais cujos conteúdos, formas e modalidades dependem intimamente da história de uma sociedade, de sua cultura legítima e de suas culturas (técnicas, humanistas, científicas, populares, etc), de seus poderes e contrapoderes, das hierarquias que predominam na educação formal e informal, etc (TARDIF, 2002, p. 14).

- e) O saber é social, pois é adquirido, incorporado, modificado ao longo de sua carreira profissional. Em outras palavras, o saber não é um conhecimento

pronto e acabado, ele é construído a partir das experiências vividas pelos professores no exercício de sua profissão.

Quanto ao “sociologismo”, Tardif chama a atenção para não cairmos na tentação de considerar a construção dos saberes apenas como construção social, sem levarmos em conta as contribuições dos professores na construção concreta do saber. Isso nos conduz a um processo “que priva os atores de toda e qualquer capacidade de conhecimento e de transformação de sua própria situação e ação” (TARDIF, 2002, p. 15).

Grande parte do saber do professor é desenvolvida em sua prática diária, com seus alunos em suas salas de aula e nas relações de trabalho. Ser um profissional exige uma variedade de capacidades especializadas. É essa capacidade de articulação entre os diversos saberes que caracteriza a competência em um determinado trabalho.

Articular saberes pressupõe algumas capacidades de análise e síntese que podem ser apreendidas a partir da história do desenvolvimento da humanidade, ou seja, novos conhecimentos são elaborados a partir da análise, síntese e relação de outros anteriores. Foi por meio de análises como essas que alcançamos o desenvolvimento científico que temos hoje.

Mas apenas conhecer as concepções dos professores e refletir a respeito delas não é suficiente para garantir um melhor entendimento desse profissional. Para estudarmos a prática do professor, é necessária uma aproximação da maneira como olhamos esse profissional e tentamos compreender suas atitudes em sala de aula, suas perspectivas e suas estratégias de trabalho.

Vamos considerar inicialmente que um professor é uma pessoa que sabe alguma coisa (ou domina alguma área de conhecimento) e que tem a função de transmitir esse saber para os outros (no caso, seus alunos). Mas será que a atividade do professor é tão simples assim, como foi descrita ainda há pouco? Na visão de Tardif,

[...] essa banalidade se transforma em interrogação e em problema a partir do momento em que é preciso especificar a natureza das relações que os professores do ensino fundamental e médio estabelecem com os saberes, assim como a natureza dos saberes desses mesmos professores (TARDIF, 2002, p. 31).

Segundo esse autor, é evidente que os professores sabem alguma coisa, mas a questão que ele evidencia trata dos tipos de saberes que podem estar presentes e se os professores são apenas transmissores de saberes produzidos por outros.

Essas questões levantadas acerca da formação do professor não são tão elementares assim a ponto de obtermos uma única resposta que pudéssemos afirmar ser a correta dentre outras tantas possibilidades. A discussão fundamentada certamente irá contribuir para que o professor em formação compreenda a dimensão da profissão que escolheu para si.

No entendimento de Tardif (2002), o professor, no exercício de sua profissão, utiliza diversos saberes em sua prática diária.

Os saberes disciplinares são aqueles que correspondem aos diversos campos de conhecimento, como a matemática, a literatura, as ciências, a história, etc. Os saberes disciplinares correspondem à tradição cultural dos grupos sociais produtores de saberes.

Os saberes curriculares são aqueles que correspondem aos programas escolares, como objetivos, conteúdos, metodologias, etc. Segundo Tardif:

Estes saberes correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados como modelos da cultura erudita e de transformação para a cultura erudita (TARDIF, 2002, p. 38).

Os saberes profissionais são aqueles que constituem “o conjunto de saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores” (TARDIF, 2002, p. 36). A formação inicial ou continuada do professor constitui os momentos em que os conhecimentos oriundos das ciências humanas ou das ciências da educação se relacionam com a prática docente.

Mas a prática docente não é apenas um objeto do saber oriundo das ciências da educação; é também uma atividade que mobiliza variados saberes que podem ser denominados pedagógicos.

Os saberes pedagógicos apresentam-se como doutrinas ou concepções provenientes de reflexões sobre a prática educativa no sentido amplo do termo, reflexões racionais e normativas que conduzem a sistemas mais ou menos coerentes de representação e de orientação da atividade educativa (TARDIF, 2002, p. 37).

Os saberes experienciais do professor são mobilizados durante o próprio exercício profissional, ou seja, durante o exercício de sua função e na prática de sua profissão, os professores desenvolvem saberes oriundos de sua prática e também são por ela validados. Esses saberes vão se incorporando à experiência de cada um e também de todo o grupo, formando saberes práticos, próprios da ação docente e do conhecimento que os professores têm de seu meio.

Como podemos perceber, são muitos os saberes que os professores mobilizam durante a sua vida profissional, de forma que um professor necessita conhecer bem sua matéria, sua disciplina e seu programa, é adequado que possua certos conhecimentos relacionados à pedagogia e às ciências educacionais e também deve desenvolver um saber prático ou experiencial com base nas experiências diárias que tem com seus alunos.

Os saberes docentes, como salientam Rocha e Fiorentini (2006, p. 156), são mobilizados no contexto da prática, “a partir dos problemas e desafios da prática – mediante mobilização e (re)significação de saberes adquiridos ao longo da vida”. Nessa mesma perspectiva, Tardif concebe os saberes profissionais como:

Saberes trabalhados, saberes laborados, incorporados no processo do trabalho docente, que só têm sentido em relação às situações de trabalho e que é nessas situações que são construídos, modelados e utilizados de maneira significativa pelos trabalhadores. O trabalho não é primeiro um objeto que se olha, mas uma atividade que se faz, e é realizando-a que os saberes são mobilizados e construídos (TARDIF, 2002, p. 257).

É um equívoco compreender a prática como o único momento de produção de saberes. Como já salientaram Rocha e Fiorentini (2006), no seu contexto de atuação, o professor mobiliza e ressignifica saberes que foram desenvolvidos ao longo da vida, inclusive saberes de sua formação inicial. Apoiados em Tardif, Lessard e Lahaye (1991), Tardif e Raymond (2000) e Tardif (2002), compreendem os saberes docentes em um

[...] sentido amplo, englobando conhecimentos, competências, habilidades (ou aptidões) e atitudes docentes, ou seja, aquilo que é comumente chamado de saber (conhecimentos científicos e didático-pedagógicos para a prática), saber-fazer (relacionado à gestão da sala de aula, ou seja, à dimensão prática), saber ser (relacionado à atitude do professor) (ROCHA; FIORENTINI, 2006, p. 156).

Dessa forma, os saberes docentes compreendem não somente a dimensão prática, mas também são formados por elementos teóricos e conceituais da disciplina, das ciências da educação e das concepções que o professor carrega consigo do que é ser professor. Fiorentini, Nacarato e Pinto (1999, p. 55) destacam o caráter integrador dos saberes docentes, formados por “saberes científicos – oriundos das ciências da educação, dos saberes das disciplinas, dos currículos – e de saberes da experiência e da tradição pedagógica”.

Tardif (2002) salienta que os saberes docentes podem ser caracterizados por um sincretismo, uma vez que o professor apresenta um conjunto de conhecimentos, de atitudes, de concepções “que utiliza em sua prática, em função, ao mesmo tempo, de sua realidade cotidiana e biográfica e de suas necessidades, recursos e limitações” (p. 65). Os saberes do professor são provenientes de várias fontes, como sua família, sua história de vida, sua formação escolar anterior (enquanto aluno, ele aprendeu alguma coisa sobre ser professor), a própria formação profissional recebida nos programas de formação inicial, a utilização de livros didáticos, programas e sua própria prática:

Nesse sentido, o saber profissional está, de um certo modo, na confluência entre várias fontes de saberes provenientes da história de vida individual, da sociedade, da instituição escolar, dos outros atores educativos, dos lugares de formação, etc (TARDIF, 2002, p. 64).

Na perspectiva do autor, os modelos de formação baseados na racionalidade técnica, em que os saberes antecedem a prática e são aplicados na prática, não conseguem atender a esse sincretismo característico dos saberes docentes. O ensino exige do professor a capacidade de selecionar e utilizar em sua prática cotidiana uma gama de saberes. Na ação, “o professor se baseia em vários tipos de juízos práticos para estruturar e orientar a sua atividade profissional” (TARDIF, 2002, p. 66). Ao tomar uma decisão, ele se baseia em valores morais, regras sociais, em tradições escolares, pedagógicas e profissionais, em sua experiência de vida, entre outros. Então, conceber a formação como uma mera

aplicação de conhecimentos prontos, oriundos das pesquisas, é desconsiderar toda essa contextura de saberes docentes.

Nessa perspectiva e apoiado nos estudos de Tardif, Fiorentini (2000) chama a atenção para o fato de muitas das pesquisas desenvolvidas em educação apresentarem alguns pontos críticos, como:

- 1) querer estudar os saberes profissionais sem associá-los a situações particulares de ensino e práticas de ensino e a professores escolares;
- 2) querer estudar os professores sem estudar o trabalho e seus saberes;
- 3) querer estudar uma situação ou prática de ensino sem levar em consideração a atividade do professor e os saberes por ele mobilizados (FIORENTINI, 2000, p. 187).

Assim, a proposta de Tardif (2002) vai além de mostrar uma definição ou uma categorização dos saberes docentes. O autor advoga em favor de colocar o professor como sujeito do conhecimento e produtor de saberes, de forma que as pesquisas em formação docente devem considerar essa problemática. Em outras palavras, “a epistemologia da prática profissional sustenta que é preciso estudar o conjunto de saberes mobilizados e utilizados pelos professores em todas as suas tarefas” (TARDIF, 2002, p. 259).

2.3 UM PANORAMA DAS PESQUISAS EM SABERES DOCENTES NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Como vimos neste capítulo, as discussões a respeito da formação de professores e de saberes docentes estão presentes nas atuais pesquisas em educação. Neste tópico, procuramos pontuar as contribuições de alguns estudos a respeito dessa temática no campo da educação matemática.

Michel Henry (2000), em uma investigação realizada a respeito da formação de professores de matemática na França, analisou a criação do Instituto Universitário de Formação de Professores (Instituts Universitaires de Formation des Maîtres - IUFM) em 1990. Um dos pontos abordados nesse curso é a articulação entre a teoria e a prática. São tratados temas como o próprio conteúdo matemático, conceitos de didática da matemática, questões epistemológicas e didáticas que envolvem o processo de aprendizagem em matemática, o uso de software de matemática, entre outros. Segundo esse autor, há uma preocupação com o

desenvolvimento de uma cultura básica para os professores. Dessa forma, a formação teórica destinada a eles tem

[...] como objetivo o desenvolvimento de uma cultura básica comum a todos os professores. Esta parte tem uma variedade de objetivos que estão relacionados com as habilidades necessárias a um jovem professor: a história, filosofia e sociologia do ensino; psicologia cognitiva; as práticas educativas; como ensinar frente a uma classe difícil; regulamentos e regras de gestão das escolas; e relacionamentos interpessoais⁷ (HENRY, 2000, p. 276).

No entendimento do autor, não é possível reduzir o programa de formação inicial do professor apenas a uma perspectiva prática. Essa preocupação está presente na estruturação do programa do IUFM, que considera a necessidade de uma formação inicial, didática e epistemológica, no nível universitário, que antecede e subsidia a formação prática. Mas também considera que uma profunda reflexão didática só pode ser concebida a longo prazo, incluída na formação de professores em serviço, ou seja, “uma reflexão que tira proveito da experiência de ensino e das questões suscitadas pela prática profissional”⁸ (HENRY, 2000, p. 275).

Em um estudo realizado por Tatto, Lerman e Novotna (2010) a respeito de como estão sendo estruturados os cursos de formação de professores de matemática em 20 países, enfocam a importância de colaborar com os conhecimentos do professor, sua prática e, conseqüentemente, com a aprendizagem do aluno. Entretanto, no que se refere à formação docente, consideram ser necessárias mais pesquisas para analisar de que forma os programas de formação têm impacto sobre os conhecimentos do professor de matemática.

Os dados dessa pesquisa foram coletados em parte na 15ª Conferência da Comissão Internacional de Instrução Matemática (ICMI-15), realizada em São Paulo, Brasil, em maio de 2005, com foco na Educação Profissional e Desenvolvimento de Professores de Matemática (TATTO; LERMAN; NOVOTNA, 2010). Essa conferência tinha como premissa que a formação e o

⁷ Oferecemos o trecho original: is aimed at the development of a basic professional culture common to all teachers. This part has a variety of goals that are related to the abilities required of a young teacher: the history, philosophy, and sociology of teaching; cognitive psychology; educational practices; teaching in front of a difficult class; regulations and rules of management of schools; and international relationships.

⁸ Oferecemos o trecho original: a reflection that takes advantage of the teaching experience and the questions raised by the professional practice.

desenvolvimento contínuo do professor são condições necessárias para que os alunos aprendam matemática, e que uma investigação centrada na formação prática do professor de matemática é fundamental.

Em sua análise, as autoras salientam que há uma grande diversidade nos programas de formação, mas que apresentam duas tendências dominantes: uma é a colocação da formação de professores em instituições de ensino superior, e a outra é a busca por lugares que proporcionam uma formação pedagógica (TATTO; LERMAN; NOVOTNA, 2010).

Outro aspecto salientado pelas pesquisadoras diz respeito ao tipo de conhecimentos recebidos pelos professores durante o período de formação:

Uma questão não resolvida nessa área é saber se os cursos de matemática ministrados por matemáticos ajudam os professores a adquirir uma compreensão da matemática que terão que ensinar, ou se esse entendimento é mais bem transmitido por educadores matemáticos e pelos professores em exercício⁹ (TATTO; LERMAN; NOVOTNA, 2010, p. 319).

Essa observação nos leva a refletir sobre as questões que envolvem os saberes disciplinares e os saberes pedagógicos. Qual é o tipo de conhecimento privilegiado pelos matemáticos? É o mesmo tipo de conhecimento necessário para o professor de matemática? Essas questões envolvem a discussão a respeito da necessidade de aproximar os conhecimentos teóricos dos conhecimentos práticos do professor. E para que isso ocorra, como já salientamos anteriormente, é necessário que as pesquisas em formação de professor explicitem e investiguem os saberes da prática docente e como os conhecimentos teóricos podem colaborar para os saberes práticos.

Então, a relação entre o conteúdo e a forma como esse conteúdo pode ser pedagogicamente ensinado ao aluno constitui um aspecto importante que precisa de maior investigação. Nos resultados desse estudo, "...uma possível tendência preocupante que precisa ser mais explorada é a falta de dados relatados

⁹ Oferecemos o trecho original: An unresolved question in this area is whether the mathematics courses taught by mathematicians help teachers acquire the mathematics understand they will need to teach; or whether this understanding is better conveyed by mathematics educators, and by practising teachers.

sobre a ênfase dada ao conhecimento pedagógico do conteúdo na formação de professores¹⁰ (TATTO; LERMAN; NOVOTNA, 2010, p. 321).

No que se refere à prática profissional, as autoras consideram que:

A noção de que os futuros professores precisam ter a oportunidade de praticar o que aprendem parece ser amplamente reconhecida no campo da formação de professores. O levantamento revelou que praticamente todos os programas criam subsídios para algum tipo de experiência de campo, portanto, presumivelmente, o reforço dos laços entre a teoria e a prática¹¹ (TATTO; LERMAN; NOVOTNA, 2010, p. 319).

A aproximação entre a teoria e a prática já foi apontada em muitas pesquisas como sendo um agente essencial para os programas de formação de professores.

Encontramos nos estudos de Cochran-Smith e Lytle (1999) também a preocupação com a aprendizagem profissional do professor, que, de acordo com as autoras, ocorre tanto em contextos de ensino como em contextos profissionais. Apoiadas em várias abordagens que estudam o desenvolvimento do conhecimento do professor, apresentam uma tipologia na qual a prática ocupa um papel central.

O conhecimento para a prática é aquele que envolve as situações concretas de ensino e de aprendizagem, como o conhecimento da matéria, de estratégias de ensino, pedagógico, do currículo, das teorias de desenvolvimento humano e de aprendizagem, entre outros. O conhecimento na prática pode ser concebido como o conhecimento que o professor constrói sobre o ensino, por meio de atitudes de investigação e reflexão sobre a sua experiência. E o conhecimento da prática refere-se às relações entre teoria-prática-teoria, no sentido de que as investigações sistemáticas a respeito do ensino, dos alunos, dos processos de aprendizagem, do currículo, entre outros, subsidiam os conhecimentos de que os professores necessitam para ensinar. Em outras palavras, a prática, ao mesmo tempo, fornece elementos para as investigações e pode se beneficiar dos resultados obtidos por elas (COCHRAN-SMITH; LYTLE, 1999).

¹⁰ Oferecemos o trecho original: ...a possible troubling trend that would need to be explored further is the lack of data reported on the emphasis given to pedagogical content knowledge in the education of teachers.

¹¹ Oferecemos o trecho original: The notion that future teachers need to have the opportunity to practice what they learn seems to be widely recognized in the field of teacher education. The survey showed that practically every program makes allowances for some kind of field experience thus presumably strengthening the links between theory and practice.

Em outro trabalho, Cochran-Smith (2008) apresenta uma discussão a respeito da nova tendência em formação de professores, tanto nos Estados Unidos como em outras nações. De acordo com a sua pesquisa, há uma ênfase sem precedentes a respeito da qualidade do professor, com expectativas muito elevadas em relação ao seu desempenho. Essa nova formação precisa considerar as questões multifacetadas que envolvem a profissão docente, entre elas a “valorização da matéria em detrimento dos conhecimentos pedagógicos”¹² (COCHRAN-SMITH, 2008, p. 272).

Essa autora observa que os conhecimentos do conteúdo, da matéria, não devem estar desvinculados dos conhecimentos pedagógicos, que podem colaborar para que o conteúdo disciplinar seja ensinado aos alunos. Ainda afirma que muitas pessoas, inclusive ela, “têm argumentado por anos que a boa formação de professores concentra-se em uma expansiva e não restrita noção de prática” que inclui um conhecimento complexo para atender às necessidades dos alunos com diferentes habilidades e realidades¹³ (COCHRAN-SMITH, 2008, p. 279).

A integração dos saberes profissionais com as investigações a respeito da prática docente precisa romper com a noção de que os conhecimentos das ciências da educação são hierarquicamente superiores aos conhecimentos dos professores. Segundo a autora (COCHRAN-SMITH, 2008), essa visão pode contribuir para desestimular o trabalho do docente, que muitas vezes não percebe a relação entre os conhecimentos recebidos das investigações científicas e o que efetivamente vivencia em sala de aula. É necessário, então, fazer uma aproximação entre os saberes docentes e as pesquisas em educação, valorizando o saber do professor, como ponto de partida para as pesquisas em educação.

Nessa mesma perspectiva, encontramos em García, Sanches e Escudero (2006) a análise da experiência das autoras (como formadoras de professores de matemática), que salientam a importância da reflexão para promover a aproximação entre a teoria e a prática. Para elas, a reflexão não é um processo individual que pode ser estudado a partir de modelos formais independentes do contexto, implica a imersão consciente do indivíduo no mundo de sua experiência,

¹² Oferecemos o trecho original: ...the valorization of subject matter at the expense of pedagogy...

¹³ Oferecemos o trecho original: In contrast, many people, myself included, have argued for years that good teacher education focuses on an expansive rather than narrow notion of practice.

um mundo com valores, interações, afetos e de interesses políticos e sociais (GARCÍA; SANCHES; ESCUDERO, 2006).

A reflexão sublinha a importância do processo interpretativo do docente, no qual, baseado em seus conhecimentos, analisa as diferentes situações e toma decisões. Nesse processo, o educador lança mão de vários saberes e é pela reflexão que ele compreende e avalia suas ações, constituindo assim um elemento valioso para a sua formação (GARCÍA; SANCHES; ESCUDERO, 2006).

Um dos pontos já apontados sobre as pesquisas em saberes docentes é a necessidade de compreensão dos saberes da prática, em seu contexto, para que as investigações em formação de professores possam aproveitar essas informações na tentativa de explicitar e analisar tais conhecimentos. Segundo essas pesquisadoras, “a reflexão do professor de matemática em situações de ensino é um processo importante de informação que contribui para a nossa compreensão de seus conhecimentos profissionais”¹⁴ (GARCÍA; SANCHES; ESCUDERO, 2006, p. 2). Os conhecimentos obtidos por meio da prática docente constituem um importante mecanismo que permite, por meio da reflexão, ampliar a base teórica inicial, iniciando um novo processo.

Krauss, Baumert e Blum (2008) consideram que o domínio de conhecimentos específicos pelos professores de matemática é uma condição necessária para a qualidade do ensino. Entretanto, apontam que, embora as pesquisas em formação tenham apresentado muitos resultados, “muitas perguntas sobre o conhecimento dos professores de matemática, seu conteúdo, sua estrutura, e como ele influencia o ensino e a aprendizagem, permanecem em aberto”¹⁵ (KRAUSS; BAUMERT; BLUM, 2008, p. 873).

Em uma investigação com professores de matemática da Alemanha, esses pesquisadores procuraram analisar o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico do conteúdo na perspectiva de Shulman. Esse trabalho investigou a pertinência ou não de um teste do projeto COACTIV¹⁶ para analisar os conhecimentos do professor de matemática (KRAUSS; BAUMERT; BLUM, 2008).

¹⁴ Oferecemos o trecho original: Mathematics teachers' reflection on teaching situations is an important process providing information that contributes to our understanding of their professional knowledge.

¹⁵ Oferecemos o trecho original: many questions on mathematics teachers' knowledge, its content, structure, and how it influences teaching and learning, remain open.

¹⁶ Project on Professional Competence of Teachers, Cognitively Activating Instruction.

A partir da definição de Shulman para o conhecimento pedagógico do conteúdo, os autores apresentam três subdimensões que consideram especificamente importantes para o ensino de matemática e para o referido teste: o conhecimento dos professores no que se refere a sua capacidade de produzir diferentes maneiras de resolver uma determinada tarefa; o conhecimento do professor em relação às concepções prévias dos alunos e a capacidade de detectar e prever erros ou dificuldades típicos dos estudantes; e o conhecimento do professor em criar analogias, representações, ilustrações, exemplos, entre outros, que de alguma forma colaboram para tornar o conteúdo matemático mais acessível aos alunos (KRAUSS; BAUMERT; BLUM, 2008).

No que se refere ao conhecimento do conteúdo, ressaltam que a análise foi feita no teste com relação ao conhecimento do conteúdo referente à matemática escolar, ou seja, os conhecimentos matemáticos que os alunos têm em uma boa escola e os conhecimentos matemáticos obtidos no nível universitário, que está além dos conteúdos escolares. Com base nos resultados, Krauss, Baumert e Blum (2008) consideram que apenas a prática não é suficiente para aprimorar esses conhecimentos do professor. Ao contrário, a prática é necessária para o professor identificar e superar dificuldades, mas de preferência com o apoio constante de especialistas.

Acrescentam ainda que os professores que obtiveram escores mais elevados de conhecimento do conteúdo e conhecimento pedagógico do conteúdo

[...] tendem a discordar da visão de que a matemática é “apenas” um conjunto de fatos e regras que “simplesmente” precisam ser recordados e aplicados. Pelo contrário, estes professores tendem a pensar a matemática como um processo que permanentemente leva a novas descobertas¹⁷ (KRAUSS; BAUMERT; BLUM, 2008, p. 880).

Percebemos que a análise dos conhecimentos que os professores têm da matemática pode influenciar a maneira como esses conteúdos são abordados em sala de aula. Em nossa pesquisa, argumentamos que os conhecimentos advindos da história da matemática podem contribuir para melhorar a compreensão que o professor tem do desenvolvimento do conhecimento

¹⁷ Oferecemos o trecho original: tended to disagree with the view that mathematics is “just” a toolbox of facts and rules that “simply” have to be recalled and applied. Rather, these teachers tended to think of mathematics as a process permanently leading to new discoveries.

matemático e que, em consequência disso, sua abordagem em sala de aula pode ser mais significativa e contextualizada.

Em um estudo recente sobre a formação de professores para ensinar matemática nas escolas secundárias americanas, Ferrini-Mundy e Findell (2010) apresentam a discussão a respeito do que significa conhecer a matemática que ensinam. Para os autores, essa questão não é simples e deve servir de mote para determinar qual é o enfoque da matemática nos cursos de formação de professores. Segundo eles, “normalmente, duas perspectivas têm influenciado a elaboração de programas para a preparação de professores do ensino secundário”¹⁸, e ambas são relevantes para que os departamentos de matemática estruturam suas grades curriculares. A primeira afirma que os futuros professores devem estudar matemática como o principal foco do curso, pois tal estudo pode proporcionar uma imagem coerente da disciplina. A segunda perspectiva supõe que os professores devem estudar questões relacionadas à educação matemática, como métodos de ensino, conhecimento pedagógico dos conteúdos matemáticos, o currículo, entre outros.

Os autores defendem que as duas perspectivas devem convergir, uma vez que é importante o professor saber matemática, o conteúdo que pretende ensinar, mas que também há muitos conhecimentos que extrapolam o conteúdo matemático e que todos os professores precisam saber, como por exemplo, sobre os alunos, sobre o processo de ensino e de aprendizagem, sobre o currículo e que precisam ser contemplados pelos programas de formação (FERRINI-MUNDY; FINDELL, 2010).

No cenário nacional, as pesquisas em educação matemática vêm apresentando resultados no que tange os saberes docentes. Vários são os autores que indicam a importância de pesquisas que auxiliem a revelar os saberes, como eles são produzidos e como são mobilizados durante a prática do professor. De acordo com Espinosa e Fiorentini (2005), as pesquisas na área de formação de professores e de educação matemática revelam uma preocupação que ultrapassa a questão de investigar os saberes que são produzidos e mobilizados pelos professores. Consideram que as pesquisas devem ter um alcance maior por meio da

¹⁸ Oferecemos o trecho original: Typically, two perspectives have influenced the design of programs for the preparation of secondary teachers, and both are relevant to mathematics departments.

divulgação dos resultados e reflexões obtidos, de modo que estes sejam incorporados à literatura sobre formação docente.

A pesquisadora Mizukami (2004) apresenta um artigo no qual discute as principais ideias a respeito do processo de aprendizagem profissional da docência, defendidas por Shulman. Segundo ela, são muitos os pesquisadores que vêm estudando a base de conhecimentos do professor sob uma variedade de perspectivas teórico-metodológicas. Em seu artigo, apresenta e discute as contribuições de Shulman e justifica essa escolha pelo fato de as obras deste autor terem influenciado, principalmente nas duas últimas décadas, as pesquisas em formação e desenvolvimento do professor.

Mizukami (2008) apresenta uma discussão na qual situa a atividade da docência como complexa e permeada por diversas variáveis. Em sua compreensão,

Os processos de aprender a ensinar, de aprender a ser professor e de desenvolvimento profissional de professores são lentos, iniciam-se antes do espaço formativo dos cursos de licenciatura e se prolongam por toda a vida. A escola e outros espaços de conhecimento são contextos importantes nessa formação. Conhecimentos teóricos diversos assim como aqueles que têm como fonte a experiência pessoal e profissional são objetos de aprendizagem constantes (MIZUKAMI, 2008, p. 214).

Dessa forma, concebendo os processos de formação do professor em diferentes contextos, a autora sugere que se deveriam enfatizar três eixos fundamentais para a construção de uma base de conhecimentos para a docência. Essa base deve incluir conhecimentos sobre:

a) **os alunos**, seus processos de desenvolvimento e seus contextos socioculturais, o que envolve conhecimento sobre aprendizagem, desenvolvimento humano e aquisição e desenvolvimento da linguagem; b) **a matéria que os professores ensinam** e o currículo em face de objetivos educacionais mais amplos e c) **o ensino de diferentes matérias**, de diferentes alunos, de formas de avaliação e de manejo de classe (MIZUKAMI, 2008, p. 214).

A autora considera que essa base é dinâmica, uma vez que o desenvolvimento profissional envolve a aprendizagem individual e coletiva, no decorrer de toda a vida. Nesse desenvolvimento, a formação inicial se caracteriza por um período formal no qual os processos de aprender a ser professor são construídos de maneira mais sistemática e fundamentada. Entretanto, esse

momento de formação inicial apresenta limites, pois não consegue desenvolver todos os conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Destarte, a formação inicial “deve oferecer aos futuros professores uma sólida formação teórico-prática que alavanque e alimente processos de aprendizagem e desenvolvimento profissional ao longo de suas trajetórias docentes” (MIZUKAMI, 2008, p. 216).

Moreira e David (2003), também na perspectiva dos saberes docentes, apresentam os resultados de um estudo desenvolvido no âmbito da formação matemática do futuro professor, no curso de licenciatura. A pesquisa visa refletir as relações entre a matemática escolar e a matemática científica, bem como as implicações para o processo de formação inicial do professor de matemática da escola básica. Ressaltam que as relações entre a matemática científica e a matemática escolar podem “induzir diferentes leituras do exercício profissional da docência da escola básica e, a partir daí, influenciar na conformação dos projetos de formação do professor de matemática nos cursos de licenciatura” (MOREIRA; DAVID, 2003, p. 59).

Para os autores, é importante a discussão acerca de uma questão considerada por eles fundamental: “as relações entre os saberes trabalhados no processo de formação matemática do professor na licenciatura e os saberes efetivamente mobilizados no exercício profissional docente na escola básica” (MOREIRA; DAVID, 2003, p. 59). Apresentam, como conclusão da pesquisa, que a forma de conceber a matemática escolar influencia no processo de produção de saberes da prática. Então, nesse aspecto, há uma relação entre os saberes da formação e os da prática.

Se a matemática escolar for concebida numa perspectiva técnica, “como uma mera versão ‘didatizada’ da matemática científica, o processo de formação acaba se estruturando em torno desta última” (MOREIRA; DAVID, 2003, p. 78). Por outro lado, se

[...] pensamos a matemática escolar como uma construção histórica que reflete múltiplos condicionamentos, externos e internos à instituição escolar, e que se expressa, em última instância, na própria sala de aula, então a referência da prática profissional efetiva dos professores assume um papel fundamental no processo de formação. É uma análise adequada dessa prática – em seus diferentes aspectos: de produção, de retradução, de seleção, de adaptação, de carência e de transmissão de saberes – que pode fornecer os fundamentos para se pensar criticamente todo o processo de formação (MOREIRA; DAVID, 2003, p. 78).

Encontramos em Santos (2005) uma investigação a respeito de como alguns coordenadores de cursos compreendem a articulação entre os conteúdos matemáticos que são ensinados na licenciatura e os conteúdos que serão efetivamente ensinados pelos licenciandos na educação básica. Além disso, investiga como os alunos de licenciatura posicionam-se frente a sua própria formação para ensinar matemática. Para a análise dos dados, considera as categorias postas por Shulman: conhecimento do conteúdo, conhecimento didático do conteúdo e conhecimento curricular.

Suas análises apontam que, em relação ao conhecimento do conteúdo, os coordenadores consideram que o futuro professor precisa compreender a disciplina que irá ensinar, entretanto não esclarecem o que necessariamente é “compreender a disciplina”. No que se refere ao conhecimento curricular, os coordenadores apontaram a disciplina de prática de ensino, em que identificaram alguns tópicos desse tipo de conhecimento. E no tocante ao conhecimento didático do conteúdo, os coordenadores apresentaram comentários que remetem aos aspectos da racionalidade técnica (SANTOS, 2005).

Já na análise dos licenciandos, no que se refere ao conhecimento didático do conteúdo, os mesmos consideram que não há uma abordagem adequada, e o autor da pesquisa acredita que isso pode ser consequência do excesso de teoria ou da separação entre matemática e didática. No que tange o conhecimento do conteúdo, os licenciandos demonstraram insegurança frente aos conteúdos do ensino básico e, quanto ao conhecimento curricular da disciplina, ofereceram poucos comentários, podendo indicar, segundo o autor da pesquisa, uma falta de clareza deles a respeito de currículo (SANTOS, 2005).

Brito e Alves (2008) apresentam uma discussão a respeito da necessidade da profissionalização do ofício do ensino, como apontado por Gauthier et al. (1998). Segundo as autoras, essa profissionalização pressupõe a definição dos diversos saberes que sustentam a prática docente. Apresentam a análise dos saberes da tradição pedagógica, dos saberes disciplinares e dos saberes curriculares que foram reformulados por licenciandos em matemática, participantes da disciplina “didática da matemática”. Os dados foram coletados por meio de um questionário, cujo objetivo era investigar as concepções dos alunos acerca da matemática e de seu ensino. Segundo as autoras, é relevante observar as concepções dos licenciandos, uma vez que

[...] sabemos que os professores (atuantes e futuros) adquirem e produzem saberes – em sua formação anterior à universidade, durante a universidade e em sua prática docente – que precisam ser considerados tanto em atividades de formação, seja inicial ou continuada, quanto nas pesquisas sobre tal formação e sobre a prática docente (BRITO; ALVES, 2008, p. 28).

Baseadas na análise dessas concepções, as autoras estruturaram a disciplina de didática da matemática, cujo objetivo era proporcionar aos alunos uma reflexão a respeito de suas concepções relativas à matemática e ao processo de ensino e aprendizagem da mesma. Para elas, esse seria um caminho que poderia “levar o licenciando a alterar as suas concepções de modo a construir saberes docentes necessários a sua futura prática docente” (BRITO; ALVES, 2008, p. 29).

Para Paiva (2008, p. 90), os estudos sobre formação de professores precisam, além de “refletir sobre a formação inicial e continuada de forma a avançar sobre o que precisa saber um professor de matemática e o que o torna competente e capaz de construir saberes ao longo da profissão”, colaborar para a “construção de uma identidade profissional do professor de Matemática”.

Um aspecto para o qual Paiva (2008) chama a atenção são alguns saberes necessários ao professor para que ele consiga transpor para a sala de aula os conteúdos a serem ensinados. Na perspectiva de Shulman (1986), o saber pedagógico-disciplinar (ou pedagógico do conteúdo) merece uma atenção especial, pois é ele que trata das questões de como o professor aborda os conteúdos com os alunos, que mecanismos usa para conseguir que estes aprendam. Assim, segundo Paiva (2008), na formação do professor de matemática é necessário que esta preocupação esteja presente:

Para que o conhecimento pedagógico-disciplinar seja construído, faz-se necessário, além de uma formação que propicie um conhecimento amplo e ao mesmo tempo diversificado da Matemática, que esses conteúdos sejam vistos sob vários enfoques, aliados ao aspecto epistemológico e histórico da construção dos conceitos (PAIVA, 2008, p. 91).

Para essa autora, a formação do professor de matemática deve contribuir para a formação de sua autonomia intelectual, uma vez que os conhecimentos adquiridos pelos professores durante sua escolarização tornam-se, muitas vezes, insuficientes para a atuação na sala de aula. Assim, é necessário discutir uma formação inicial e continuada de professores que analise e considere como os saberes são construídos e desenvolvidos durante essa formação.

Visando compreender como os cursos de formação inicial estão contribuindo para a construção de saberes docentes e da identidade profissional, a autora apresenta o caso do curso de Licenciatura em Matemática do Cesat¹⁹.

Encontramos outro estudo que salienta a necessidade de uma formação inicial mais adequada para os professores de matemática, conduzido por Gonçalves e Gonçalves (2003). Os autores indicam que, em pesquisa realizada com professores que lecionam no departamento de matemática, que na maioria das vezes trabalham com o conhecimento do conteúdo, na perspectiva de Shulman, não se consideram responsáveis e adequadamente preparados para o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do futuro professor de matemática:

Provavelmente, falta ao professor universitário uma formação que lhe possibilite trabalhar o conteúdo de sua disciplina, de tal forma que o aluno seja capaz de apreendê-la. Shulman diria que falta ao docente *conhecimento pedagógico do conteúdo* (GONÇALVES; GONÇALVES, 2003, p. 127).

Por meio da análise das entrevistas realizadas com tais professores, afirmam que alguns deles já estão percebendo a falta de algo em sua formação como professores que formam professores de matemática, e que estão procurando discutir as questões que envolvem o ensino e a aprendizagem (GONÇALVES; GONÇALVES, 2003).

Na pesquisa desenvolvida por Manrique e André (2008), que acompanharam um processo de formação continuada de um grupo de professores de matemática, as autoras procuraram analisar os conhecimentos e as crenças dos professores em relação à matemática e ao seu processo de ensino e de aprendizagem. Para a análise, usaram a categorização proposta por Shulman: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico do conteúdo e conhecimento curricular.

De acordo com as pesquisadoras, os professores fazem uso de múltiplos saberes, entretanto, consideram ainda necessário investigar “as relações nas quais o sujeito se envolve, assim como os processos de construção e de mudança dos saberes docentes” e como as relações vivenciadas em situações de formação podem influenciar no processo de mudança nas atitudes, concepções, e na prática do professor (MANRIQUE; ANDRÉ, 2008, p. 139). Dessa forma, recorrem

¹⁹ Escola Superior de Ensino Anísio Teixeira.

à relação com o saber proposta por Charlot (2000) na busca pela compreensão do papel das relações dos professores com o saber e das mudanças que essas relações possibilitam.

A análise evidenciou a importância de um processo de formação que valorize os saberes docentes:

Os processos de mudança estudados mostram uma interdependência entre mudanças pessoais, profissionais e organizacionais, ocorridas nos professores. Salientaram, também, a importância de um processo de formação que valorize os saberes docentes (porque são construídos e reconstruídos nas interações e relacionamento do professor) e que atue sobre as capacidades individuais, propiciando a construção de meios de ação (MANRIQUE; ANDRÉ, 2008, p. 146).

As pesquisas realizadas por Fiorentini e seus colaboradores também salientam a necessidade de estudos a respeito dos saberes dos professores de matemática. Em Fiorentini, Nacarato e Pinto (1999), os autores apresentam uma discussão a respeito da formação continuada de professores face aos saberes docentes. Para eles, a perspectiva de formação continuada da racionalidade técnica tornou-se ultrapassada, uma vez que era produzida nos grandes centros universitários, por especialistas, que não consideravam todos os aspectos do processo de ensino e de aprendizagem, tampouco os diferentes contextos. Cabia aos professores receber esses materiais e aplicá-los em suas aulas.

Dessa forma, os autores discutem a necessidade de uma formação continuada que reconheça e valorize os saberes que os professores produzem, de forma reflexiva, sobre sua prática. Essa nova concepção de desenvolvimento profissional docente pode ocorrer “de múltiplas formas e processos: troca de experiências, reflexões, leituras, desenvolvimento de projetos ou pesquisas, seminários, etc” (FIORENTINI; NACARATO; PINTO, 1999, p. 36).

Os autores esclarecem ainda que essa nova maneira de conceber a formação continuada dos professores a partir da prática profissional não significa o abandono das contribuições teóricas e científicas; ao contrário, é por meio da formação teórica que os professores conseguem perceber as relações mais complexas da prática (FIORENTINI; NACARATO; PINTO, 1999).

A partir da análise de três episódios ocorridos durante um curso de formação continuada de professores, os autores apontam a importância do processo reflexivo feito de forma coletiva sobre suas práticas e saberes, em que a reflexão

produz novos sentidos para a prática. Também ressaltam a importância das leituras oriundas das ciências da educação, uma vez que estas permitiram aos professores envolvidos um novo olhar sobre sua prática, sobre seus saberes. Concluem afirmando que um programa adequado de formação continuada é aquele que promove o envolvimento do professor e mudanças em suas ações, em suas ideias e saberes (FIORENTINI; NACARATO; PINTO, 1999).

Nessa mesma linha de investigação, Fiorentini (2000) apresenta a análise de um episódio de ensino e de aprendizagem de álgebra ocorrido em uma turma de 6ª série do ensino fundamental. O objetivo do trabalho era compreender a epistemologia dos saberes da ação, durante a prática do professor. A análise foi feita por meio da integração entre os professores do ensino fundamental e os professores universitários, evidenciando a importância do trabalho em parceria entre eles.

Outra discussão relevante é apresentada por Fiorentini (2004), que salienta os problemas com a formação inicial do professor de matemática. Muitos professores dos cursos de licenciatura não se percebem como formadores de futuros professores e não têm ciência da influência que exercem nessa formação:

A maioria dos professores de Cálculo, de Álgebra, de Análise, de Topologia, etc, acredita que ensina apenas conceitos e procedimentos. Eles, geralmente, não percebem ou não têm consciência de que ensinam também um jeito de ser professor, isto é, um modo de conceber e estabelecer relação com a matemática e de ensiná-la, aprendê-la e avaliar sua aprendizagem (FIORENTINI, 2004, p. 5).

Baseado em Shulman e na concepção de conhecimento pedagógico do conteúdo, discute a formação do licenciando em matemática no que se refere ao conhecimento matemático que um professor precisa ter:

[...] para ser professor de matemática não basta ter um domínio conceitual e procedimental da matemática produzida historicamente, precisa, sobretudo, conhecer seus fundamentos epistemológicos, sua evolução histórica, a relação da matemática com a realidade, seus usos sociais e as diferentes linguagens com as quais se pode representar ou expressar um conceito matemático (ou seja, não apenas o modo formal ou simbólico) (FIORENTINI, 2004, p. 4).

O saber profissional, na compreensão de Fiorentini (2004), é um saber amplo, que ultrapassa a categorização proposta por Shulman, que

compreende a “**dimensão do saber acadêmico** (veiculado e enfatizado nas disciplinas da licenciatura); há também a **dimensão subjetiva** (saber ser professor-educador) e a **dimensão da prática** (saber-fazer)” (FIORENTINI, 2004, p. 4).

Embasados nos estudos de Tardif, Lessard e Lahaye (1991), Tardif e Raymond (2000) e ainda Tardif (2002), Rocha e Fiorentini (2006) compreendem que os saberes docentes são constituídos de forma interligada, a partir de cinco fontes diferentes:

- das ciências da educação (saberes que resultam de pesquisas);
- das disciplinas (as matérias escolares e acadêmicas);
- do currículo (dos programas propostos e realizados);
- da experiência (saberes adquiridos e produzidos na ação docente);
- da tradição pedagógica (saberes transmitidos de uma geração para outra, adquiridos implicitamente na própria atividade profissional e internalizados pelas práticas discursivas, as quais expressam um modo de conceber e realizar o trabalho docente) (ROCHA; FIORENTINI, 2006, p. 158).

Como vimos por meio dessas pesquisas, a questão da formação de professores e dos saberes construídos e mobilizados por eles no exercício profissional é uma temática ampla, complexa, que possibilita muitos desdobramentos. Dessa forma, a nossa pesquisa vem ao encontro dessa problemática, uma vez que procura articular os conhecimentos teóricos e metodológicos possibilitados por meio da pesquisa em história da matemática e do processo construção de abordagens histórica com os saberes docentes dos professores de matemática, na formação em serviço.

Embora a literatura ressalte a relevância de tais conhecimentos para a formação do professor, nossa investigação objetiva analisar e explicitar alguns elementos dessa relação. As pesquisas em saberes docentes evidenciam a importância de um estudo sistematizado dos saberes mobilizados pelos professores durante a sua prática, de forma que esses saberes não fiquem restritos às experiências particulares de cada professor, mas que possam ser analisadas à luz das pesquisas científicas, e é com essa proposta que desenvolvemos nosso trabalho.

2.4 CRÍTICAS E AVANÇOS NA PERSPECTIVA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A partir do referencial exposto até agora, podemos perceber que a questão da formação profissional e dos saberes docentes continua sendo pesquisada e discutida no âmbito da educação e da educação matemática. A problemática da aproximação entre as pesquisas e a prática do professor apresenta uma confluência entre os autores estudados. A formação de professores direcionada à racionalidade técnica não consegue atender às necessidades reais de atuação pedagógica do professor.

Esse ponto já foi debatido com propriedade por estudiosos como Schön (1995), Nóvoa (1995), entre outros, que argumentam sobre a necessidade de um modelo de formação pautado em uma nova epistemologia da prática, que considere o saber profissional do professor, “tomando como ponto de partida a reflexão na ação, que é produzida pelo profissional ao se defrontar com situações de incertezas, singularidade e conflito” (CAMPOS; PESSOA, 2003, p. 186).

Uma vez que os programas de formação de professores não correspondem de certa forma aos problemas e dificuldades reais com os quais os professores se deparam no exercício de sua profissão, o papel que a prática do professor pode ter em sua formação começa a ser discutida. A valorização da atividade prática foi elemento de discussão em pesquisas, como as de Shulman (1986), Gauthier et al. (1998) e Tardif (2002).

Como vimos em Shulman (1986), a noção de paradigma perdido traz à tona essa discussão. Os programas de formação de professores ora enfatizavam o conteúdo a ser ensinado, ora destacavam as questões pedagógicas, como a condução da sala de aula, controle da disciplina, a avaliação, entre outros. Em seu entendimento, as pesquisas precisavam também estudar o que denominou de *conhecimento pedagógico do conteúdo*, que pode ser compreendido como a forma utilizada pelo professor para que um determinado conteúdo seja apreendido pelos seus alunos.

Nesse enfoque, a experiência tem um papel fundamental, pois é a partir dela que o professor mobiliza seus conhecimentos (SHULMAN, 1986).

A prática, no entendimento de Gauthier et al. (1998), precisa ser considerada e estudada pelas pesquisas em educação. Para eles, há uma lacuna entre a prática docente e as pesquisas teóricas da educação que precisa ser

minimizada. Essa lacuna possibilitou a noção equivocada de que as pesquisas científicas não têm nada a oferecer aos professores, uma vez que tais pesquisas não consideravam a realidade concreta de uma sala de aula. O estudo sistematizado sobre os saberes docentes podem fornecer elementos para aproximar as pesquisas da realidade do professor.

Esse ponto é explicitado quando Gauthier et al. (1998) discutem a questão dos *saberes sem ofício* e do *ofício sem saberes*. No primeiro caso, as pesquisas formalizavam tanto o ensino e não consideravam as suas dimensões práticas; o professor era concebido como um técnico que apenas aplica os estudos teóricos desenvolvidos nas academias. No segundo caso, os autores consideram que somente a análise de prática do professor, sem contribuições teóricas, sem o rigor metodológico de uma pesquisa, também não traz muitas contribuições para a formação docente. Então, deve existir uma relação entre os conhecimentos teóricos e a prática do professor, um *ofício feito de saberes*.

O saber oriundo da prática é importante e deve ser considerado pelas pesquisas; entretanto, não é o único componente relevante, ele precisa ser alimentado por um conhecimento formal, sistematizado. Da mesma maneira que foi um equívoco não levar em consideração a prática do professor, considerar a prática como única fonte de saber profissional seria incorrer em um erro parecido, uma vez que o professor não pode adquirir tudo por meio da prática.

Tardif (2002) salienta, em suas pesquisas, a preocupação com a experiência do professor. Para ele, os saberes docentes só podem ser compreendidos no contexto da profissão. As pesquisas pedagógicas, para que possam efetivamente contribuir para a formação de professores, devem estar arrimadas no contexto real de trabalho dos professores:

O perigo que ameaça a pesquisa pedagógica e, de maneira mais ampla, toda a pesquisa na área da educação, é o da abstração: essas pesquisas se baseiam com demasiada frequência em abstrações, sem levar em consideração coisas tão simples, mas tão fundamentais, quanto o tempo de trabalho, o número de alunos, a matéria a ser dada e sua natureza, os recursos disponíveis, os condicionantes presentes, as relações com os pares e com os professores especialistas, os saberes dos agentes, o controle da administração escolar, etc (TARDIF, 2002, p. 115).

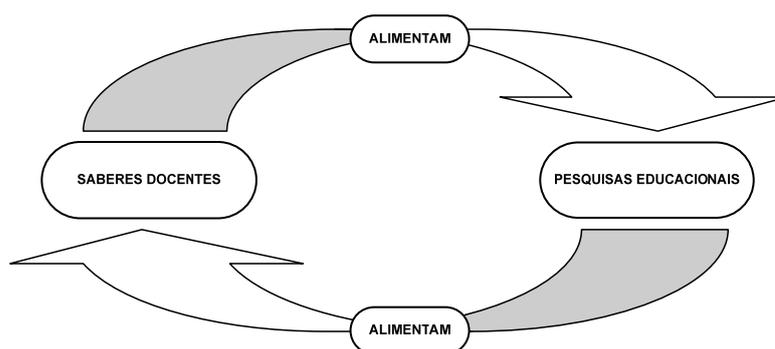
Ao desconsiderar muitos desses aspectos, as pesquisas se distanciaram da realidade e precisam situar seus estudos no contexto do trabalho

dos professores. E é nesse contexto que o docente mobiliza seus saberes, que são construídos por ele em interações com diversas fontes de conhecimento, sendo significados e ressignificados durante a prática.

Embora os autores estudados tenham apresentado categorizações diferentes para os saberes docentes, percebemos em todos eles a preocupação com a importância da análise dos saberes do professor no exercício de sua profissão.

A figura a seguir (FIGURA 1) procura sintetizar a preocupação dos autores estudados, num circuito recursivo, no qual os saberes docentes fornecem dados relevantes para as pesquisas em educação, que por sua vez, estudam de forma sistematizada esses saberes profissionais, produzindo conhecimentos que podem ser incorporados à prática profissional, pois relacionam-se a elas:

Figura 1 – Circuito recursivo das pesquisas em saberes docentes



Não estamos afirmando que a única fonte de saberes do professor são as pesquisas educacionais. Ao contrário, os estudos teóricos evidenciam que os saberes docentes são “provenientes de fontes variadas, as quais podemos supor também que sejam de natureza diferente” (TARDIF, 2002, p. 61). O circuito que apresentamos vai ao encontro das discussões a respeito da necessidade de estudar, de forma sistematizada, os saberes do professor, deixando de ser um saber individual para ser um saber compartilhado.

Uma outra questão pertinente trata do papel que os conhecimentos teóricos desempenham na formação do professor. Vimos, baseados nesses autores, que considerar a componente da prática profissional é imperativo para as atuais pesquisas. Entretanto, isso pode dar uma visão distorcida de que os conhecimentos teóricos seriam menos relevantes do que a prática. Para Pimenta (2008), as

contribuições das discussões a respeito do professor reflexivo promovidas pelos trabalhos de Schön foram importantes ao confrontar o modelo tradicional de formação profissional pautado na racionalidade técnica. Entretanto, a autora considera alguns limites na proposta de professor reflexivo, a saber:

Sem dúvida, ao colocar em destaque o protagonismo do sujeito professor nos processos de mudanças e inovações, essa perspectiva pode gerar a supervalorização do professor como indivíduo. Nesse sentido diversos autores têm apresentado preocupações quanto ao desenvolvimento de um possível “praticismo” daí decorrente, para o qual bastaria a prática para a construção do saber docente; de um possível “individualismo”, fruto de uma reflexão em torno de si próprio; de uma possível hegemonia autoritária, se se considera que a perspectiva da reflexão é suficiente para a resolução dos problemas da prática (PIMENTA, 2008, p. 22).

A autora salienta a necessidade de uma postura crítica que não conduza a uma banalização da perspectiva da reflexão. Ainda levanta algumas críticas em relação ao modelo de formação de professor mais direcionado para os saberes práticos, sem considerar a relevância dos saberes teóricos:

Assim, a teoria como cultura objetivada é importante na formação docente, uma vez que, além de seu poder formativo, dota os sujeitos de pontos de vista variados para uma ação contextualizada. Os saberes teóricos propositivos se articulam, pois, aos saberes da prática, ao mesmo tempo ressignificando-os e sendo por eles ressignificados (PIMENTA, 2008, p. 26).

Consideramos que os saberes teóricos exercem papel contributivo para a melhoria da prática profissional do professor, pois podem fornecer aos professores, de modo geral, embasamento teórico e metodológico para analisarem e compreenderem melhor os contextos com os quais se deparam diariamente.

Segundo Fiorentini, Souza Junior e Melo (2003), as pesquisas a respeito de formação de professores, como o trabalho de Schön, davam uma ênfase significativa para o papel da prática pedagógica na construção dos saberes docentes em detrimento do papel da teoria. De acordo com esses autores, em suas discussões surgiu o desconforto em relação aos trabalhos de Schön, de Zeichner e de alguns autores espanhóis e portugueses acerca do professor reflexivo e/ou investigador:

Esse questionamento dizia respeito a uma negação aparentemente simplista do papel da teoria, especialmente do pensamento teórico e epistemológico relativo ao que é específico do ensino/aprendizagem – o saber escolar em apropriação/construção – nos processos de reflexão sobre a prática pedagógica e, em particular, naqueles relativos à apropriação e à construção dos saberes docentes (FIORENTINI, SOUZA JUNIOR, MELO, 2003, p. 308).

Ainda destacamos que muito se tem avançado em relação à temática do professor reflexivo. As pesquisas mais atuais criticam e extrapolam a visão que envolve apenas a dimensão prática da formação docente. Segundo Libâneo, há três níveis de reflexividade:

O 1º nível corresponde a um distanciamento da prática para vê-la, entendê-la, avaliá-la. Refere-se ao mesmo tempo à prática e à apreensão cognitiva da prática, a partir do fazer cotidiano, do senso comum. O professor atua de acordo com suas teorias subjetivas (senso comum, representações), ou seja, o pensamento do professor é o saber deduzido de suas ações. O 2º nível é o que incorpora a ciência ao senso comum, embora sem substituir o senso comum. O 3º nível é a reflexão sobre as práticas da reflexão, a meta-reflexividade, tarefa para a qual a pedagogia e as ciências da educação têm um papel crucial, pois que se trata de pensar as características dos dois níveis anteriores de reflexividade (LIBÂNEO, 2008, p. 70).

Ainda de acordo com essa perspectiva, a reflexão sobre a prática docente a partir da apropriação de teorias e metodologias pode ser profícua para o professor, uma vez que traz melhorias para a suas práticas pedagógicas, pois auxiliam o mesmo na compreensão do seu próprio pensamento, aprimorando sua maneira de agir e se apropriando de novos instrumentos de ação (LIBÂNEO, 2008).

De acordo com as perspectivas de nosso trabalho, consideramos que os conhecimentos advindos de pesquisas com abordagens históricas relacionadas a conceitos matemáticos colaboram com a formação do professor no sentido de proporcionar uma melhor compreensão dos conceitos que ele ensina, uma visão mais ampla e articulada entre esses conceitos, que possibilita a sua contextualização, influenciando, direta ou indiretamente, a sua atuação em sala de aula.

O movimento cíclico apresentado na figura 1 vem ao encontro da problemática envolvida em nossa pesquisa. Concordamos que os conhecimentos teóricos são fundamentais para a formação do professor, uma vez que possibilitam uma reflexão sistematizada sobre sua prática articulando-se às vivências, ou experiências, do professor no exercício de sua profissão. Nessa perspectiva, nosso

objetivo é contribuir para as pesquisas em saberes docentes, que investigam as situações reais de ensino e aprendizagem vivenciadas. Além disso, o foco de nosso estudo é articular conhecimentos teóricos e metodológicos subsidiados pela história da matemática com os saberes do professor de matemática.

Em outras palavras, nossa busca é evidenciar alguns elementos da contribuição dos estudos teóricos e metodológicos da história da matemática, bem como do processo de construção de abordagens históricas, na estruturação dos saberes docentes. As situações práticas vivenciadas pelos professores indicam aos mesmos a necessidade de uma formação que proporcione novas respostas frente aos desafios diários de uma sala de aula e nossa intenção é evidenciar que a história da matemática pode representar um elemento contributivo nesse processo de teorização da prática profissional e da construção da identidade do professor.

3 A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

Ao conhecermos as discussões a respeito da relevância da história da matemática e a sua utilização na educação matemática, percebemos um consenso na área. Muitos são os pesquisadores que a apontam como recurso didático que contribui para o processo de ensino e aprendizagem de matemática, como, por exemplo, Brolezzi (1991, 2003), Vianna (1995), Nobre (1996), Baroni e Nobre (1999), Fauvel e Maanen (2000), Batista e Luccas (2004), Miguel (1997, 2005), Mendes, Fossa e Valdez (2006), Fried (2008), Miguel e Miorim (2008), Jankvist (2009), entre outros.

Essas pesquisas salientam a fecundidade da história no ensino de matemática, considerando que a mesma favorece a aprendizagem de conteúdos matemáticos. Além desse aspecto, são muitos os elementos contributivos apontados por esses autores, como a capacidade de contextualização dos conteúdos, a desmistificação da matemática, a compreensão do processo dinâmico da construção desse conhecimento, entre outros.

Outra questão debatida pela literatura é sobre o uso da história na formação de professores de matemática. Autores como Bicudo (1999), D'Ambrosio (1999), Batista e Sampaio (2006), Furingueti (2007), Brito e Carvalho (2009), Bursal (2010), entre outros, consideram que os estudos históricos a respeito dos diversos tópicos de matemática podem enriquecer o conhecimento do professor e, em consequência disso, sua atuação em sala de aula.

Neste capítulo, procuramos bases teóricas que justificam as potencialidades do uso da história da matemática na aprendizagem do aluno e na formação do professor, pois, em nosso entendimento, o seu uso pedagógico em sala de aula está estritamente relacionado ao preparo do professor.

Apresentamos, ainda, uma discussão que evidencia a relação entre os conhecimentos teóricos e metodológicos advindos dos estudos históricos e a constituição dos saberes docentes do professor de matemática (ARAMAN; BATISTA, 2009).

Gostaríamos de situar o leitor na compreensão que temos de que a história da matemática integra um domínio mais abrangente de conhecimento, a saber, o domínio da história e filosofia da ciência. De acordo com essa noção, entendemos que pesquisas comprometidas com estudos especificamente voltados à

história da matemática podem contribuir, ainda que de forma subjacente, para discussões relacionadas ao campo da filosofia da ciência, como no caso de estudos histórico-epistemológicos e histórico-axiológicos.

No que diz respeito a esta tese, evidenciamos que os aportes teóricos utilizados no decurso de seu desenvolvimento balizam-se, de modo geral, em pesquisadores da área de educação matemática que estudam história da matemática. No mesmo sentido, contamos também com a colaboração de autores do campo da história e da filosofia da ciência, tais como Matthews (1995), Batista (2009), Martins (2007), entre outros, que promovem discussões relevantes acerca dos benefícios gerados pela articulação dessas áreas do conhecimento (história e filosofia da ciência) no âmbito da educação científica.

3.1 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Como salientamos anteriormente, os debates a respeito da história da matemática como abordagem potencialmente pedagógica são constantes entre os pesquisadores em educação matemática. De acordo com Miguel e Brito (1996), nos anos de 1980 começou a ganhar espaço, nos congressos internacionais de educação matemática, uma nova forma de conceber a história da matemática e explicitar suas potencialidades pedagógicas. Já no Brasil, essa temática também teve seu lugar, como no I Encontro Paulista de Educação Matemática, ocorrido em 1989 na cidade de Campinas, no qual se desenvolveram discussões a respeito da relação entre os aspectos históricos e o processo de ensino e de aprendizagem em matemática.

Os documentos oficiais também contemplam essa preocupação, indicando que a história da matemática, mediante um processo de adequação didática, pode ser um recurso metodológico valioso para o professor, juntamente com outros recursos, contribuindo com o processo de ensino e aprendizagem. Outras questões importantes são relacionadas ao seu uso em sala de aula, como afirmam os PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais):

A História da Matemática pode oferecer uma importante contribuição ao processo de ensino e aprendizagem dessa área de conhecimento. Ao revelar a Matemática como uma condição humana, ao mostrar as necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor cria condições para que o aluno desenvolva atitudes e valores mais favoráveis diante desse conhecimento. Além disso, conceitos abordados em conexão com sua história constituem veículos de informação cultural, sociológica e antropológica de grande valor formativo. A História da Matemática é, nesse sentido, um instrumento de resgate da própria identidade cultural (BRASIL, 1998, p. 42).

Buscando compreender melhor a respeito da utilização da história da matemática como elemento contributivo para o processo de ensino e de aprendizagem, recorreremos à interpretação feita por alguns estudiosos que mostram, sob diferentes perspectivas, as várias abordagens pelas quais ela pode ser utilizada em sala de aula.

Na obra de Fauvel e Maanen (2000), encontramos uma discussão do uso da história da matemática na educação matemática, de suas potencialidades pedagógicas, mas também uma reflexão crítica dessa utilização. Segundo esses autores, a matemática precisa ser entendida como um empreendimento humano, como fruto do pensamento humano, que vem se desenvolvendo ao longo da história da humanidade.

Nesse estudo, que foi promovido pelo ICMI (International Commission on Mathematical Instruction), os autores buscam explicitar o papel importante que ela desempenha no processo de ensino e de aprendizagem. Para eles, “matemáticos, historiadores e educadores de muitos países pensam, já há algum tempo, se a educação matemática pode ser melhorada, de alguma forma, pela incorporação da História da Matemática”²⁰ (FAUVEL; MAANEN, 2000, p. xiii).

Para Mendes (2001), a reconstrução histórica do conhecimento matemático pode trazer implicações positivas para o ensino, desde que num processo investigativo, problematizador, que possibilite aos alunos vivenciarem a construção do conhecimento matemático a partir de abordagens históricas sobre o assunto. Nessa perspectiva, o professor deve recorrer à história da matemática como elemento encadeador das atividades pedagógicas a serem desenvolvidas em sala de aula.

²⁰ Oferecemos o trecho original: Mathematicians, historians and educators in many countries have long thought about whether mathematics education can be improved through incorporating the history of mathematics in some way.

Destarte, atividades embasadas na história de um determinado conceito podem, além de auxiliar na condução da construção do conhecimento matemático, proporcionar uma visão mais ampla desse conhecimento. Segundo esse autor, “podemos agir para que seja possível conduzir a aprendizagem do aluno a partir das ideias apoiadas no conhecimento histórico, visto que devemos orientá-lo para que ele vá se desenvolvendo numa sequência gradual”, partindo de experiências mais concretas e contextualizadas até o alcance das abstrações (MENDES, 2001, p. 231).

Em suas pesquisas a respeito do valor didático da história da matemática, Brolezzi (1991) elenca alguns aspectos que considera importantes para que ela seja encarada como um recurso profícuo na estruturação de estratégias pedagógicas. Em seu ponto de vista, a utilização pedagógica da história da matemática apresenta os seguintes componentes:

A História da Matemática enquanto fonte da Lógica Matemática em construção, História da Matemática como instrumento para a superação da dicotomia entre técnica e significado no ensino da matemática e História da Matemática e a visão da totalidade do conhecimento matemático (BROLEZZI, 1991, p. 63).

Dessa maneira, quando usada pedagogicamente, pode inserir elementos que contribuam para a compreensão da matemática como conhecimento dinâmico e significativo. Ainda no enfoque desse autor,

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 (BROLEZZI, 2003, p. 3).

Encontramos em Vianna (1995), embasada nos trabalhos de Miguel (1993), uma síntese das várias possibilidades apresentadas e discutidas por diversos autores a respeito do uso pedagógico de elementos históricos no ensino de matemática:

- Uma fonte de motivação para o ensino-aprendizagem (História-Motivação);
- Uma fonte de seleção de objetivos para o ensino-aprendizagem (História-Objetivos);

- Uma fonte de métodos adequados para o ensino-aprendizagem (História- Métodos);
- Uma fonte para a seleção de problemas práticos, curiosos ou recreativos a serem incorporados de maneira episódica nas aulas de matemática (História- Recreação);
- Um instrumento que possibilita a desmistificação da matemática e a desalienação do seu ensino (História- Desmistificação);
- Um instrumento na formalização de conceitos matemáticos (História- Formalização);
- Um instrumento na construção de um pensamento independente e crítico (História- Dialética);
- Um instrumento unificador dos vários campos da matemática (História- Unificação);
- Um instrumento promotor de atitudes e valores (História- Axilogia);
- Um instrumento de conscientização epistemológica (História- Conscientização);
- Um instrumento de promoção da aprendizagem significativa e compreensiva (História- Significação);
- Um instrumento revelador da natureza da matemática (História- Epistemologia) (VIANNA, 1995, p. 25-26).

Como podemos perceber, são muitas as perspectivas nas quais a história da matemática pode colaborar com o processo de ensino e de aprendizagem. Em D'Ambrosio (1997; 1999), observamos o argumento de que a história, juntamente com o enfoque da etnomatemática, auxiliam na compreensão da matemática como uma criação humana, como uma manifestação cultural e social, como um conhecimento dinâmico que se desenvolve, também, em meio às questões sociais de cada época.

Nesse enfoque, Miguel e Miorim (2008) revelam a preocupação com um trabalho que aproxime a história da matemática e a etnomatemática, uma vez que tal aproximação contribui para evidenciar a dinâmica da construção do conhecimento matemático, histórica e socialmente. Segundo D'Ambrósio e Borba (2010), a história da matemática evidencia os aspectos culturais da matemática, como a comunicação, a linguagem e a tecnologia influenciaram seu desenvolvimento.

Essa preocupação também está presente nos PCN's (1998), que consideram que a matemática, em uma abordagem histórica, pode colaborar para valorizar as histórias sociais e culturais da área, bem como levar o aluno a refletir se existe uma única matemática. Além disso, essa aproximação é enfatizada no item *Pluralidade Cultural* dos PCN's (1998).

Com relação aos aspectos filosóficos, multiculturais e interdisciplinares, Grugnetti e Rogers (2000) apresentam uma análise da natureza

da matemática, considerando que a mesma deve refletir alguns elementos que a evidenciam como uma atividade cultural:

- Do ponto de vista filosófico: a matemática deve ser vista como uma atividade humana, com seus aspectos culturais e criativos.
- Do ponto de vista interdisciplinar: quando a matemática está relacionada com outros assuntos, as ligações não devem ser vistas apenas em uma direção. Os alunos encontrarão a compreensão tanto da matemática quanto das outras disciplinas enriquecidas, por meio da ligação histórica, da solidariedade e ajuda mútua entre os sujeitos.
- Do ponto de vista cultural: a evolução da matemática resulta de uma soma de várias contribuições. A matemática deve ser vista como tendo um duplo aspecto: como uma atividade feita dentro de uma cultura e também no envolvimento entre diversas culturas²¹ (GRUGNETTI; ROGERS, 2000, p. 61).

Refletir a respeito de como o conhecimento matemático se desenvolveu em diferentes sociedades pode colaborar para que o aluno tenha uma compreensão de que ela é uma atividade humana, realizada por muitos estudiosos no decorrer da história. Essa observação auxilia o aluno a ter uma visão menos mitificada do conhecimento matemático. Segundo D'Ambrósio (1997) e Fauvel e Maanen (2000), essa visão multicultural promove o respeito ao trabalho dos povos, o reconhecimento de diversos contextos e necessidades nos quais o conhecimento matemático se desenvolveu e a compreensão de que cada sociedade contribui para seu desenvolvimento. Além disso, a abordagem pela história auxilia na compreensão de que a matemática que se estuda nas escolas é uma das muitas formas de matemática, que foi incorporada aos sistemas escolares.

Com relação ao caráter interdisciplinar, a abordagem pela história pode possibilitar a ligação entre tópicos da própria matemática, bem como desta com outras áreas do conhecimento. Segundo Brolezzi (1991) e Fauvel e Maanen (2000), a natureza abstrata e o conteúdo muito extenso e diversificado da matemática pode dar a impressão de que esse conhecimento é de difícil acesso, levando muitas vezes os alunos a questionarem para que ele serve. Os estudos históricos nos mostram que o desenvolvimento de vários ramos de outras ciências

²¹ Oferecemos o trecho original: - From the philosophical point of view: mathematics must be seen as human activity, with its cultural and creative aspects. - From the interdisciplinary point of view: when mathematics is linked with other subjects, the connections must be seen not only one direction. Students will find their understanding both of mathematics and their subjects enriched, through the historical liaison, sympathies and mutual aid between the subjects. - From the cultural point of view: mathematical evolution comes from a sum of several contributions. Mathematics can be seen as having a double aspect: an activity both done within individual cultures and also standing outside any particular culture.

esteve relacionado ao desenvolvimento da matemática. Conforme Brolezzi (1991), o aluno precisa compreender a natureza da matemática e sua relevância na vida da humanidade, sua relação com o desenvolvimento científico e tecnológico.

Na interpretação de Grugnetti e Rogers (2000), o caráter interdisciplinar dos estudos históricos da matemática está relacionado a três pontos:

A história da matemática pode atuar não somente como fator de ligação entre tópicos matemáticos para melhor compreensão dos mesmos, mas também entre a matemática e outras disciplinas e como elemento da própria história. Consideramos (1) como a história da matemática está ligada com os estudos da história; (2) as ligações de tópicos dentro da matemática e (3) as ligações da matemática com outras disciplinas²² (GRUGNETTI; ROGERS, 2000, p. 53).

No que diz respeito à relação entre a história da matemática e os estudos em história, os autores comparam os processos usados nos estudos históricos e nos estudos de matemática. Como exemplo, colocam que os estudos históricos usam a lógica, a razão e várias formas de evidências que justificam as interpretações feitas pelo historiador, e essas ideias, segundo os autores, são análogas ao processo de justificação para as afirmações matemáticas (GRUGNETTI; ROGERS, 2000).

As ligações entre tópicos dentro da própria matemática são defendidas pelos autores como uma possibilidade de reverter o ensino fragmentado do conhecimento matemático. Também apontam as ligações entre a matemática e outras áreas do conhecimento, como a física, biologia, geografia, economia, filosofia, arte e música, entre outros, como uma forma de promover o crescimento pessoal do aluno não somente no que se refere ao seu desenvolvimento matemático, mas na sua cultura (GRUGNETTI; ROGERS, 2000).

Dessa forma, conhecer a história da matemática contribui para evitar alguns equívocos na compreensão desse conhecimento, como a visão linear e cumulativa do desenvolvimento da matemática, como a noção de que não há mais mudanças nem evoluções nessa área, de que o conhecimento matemático é feito por alguns poucos gênios dotados, portanto restrito a uma minoria privilegiada, que

²² Oferecemos o trecho original: The history of mathematics can act not only as the factor linking mathematical topics, to the fuller understanding of both, but also between mathematics and other disciplines and part of history itself. We consider here (1) how history of mathematics links with the study of history; (2) how it links topics within mathematics; and (3) how links mathematics with other disciplines.

é um conhecimento fechado em si mesmo, sem relação com outras áreas e sem implicações e influências políticas e culturais (MENDES; FOSSA; VALDEZ, 2006).

Os estudos indicam que a história contribui não somente para a compreensão dos conceitos matemáticos, mas também para a compreensão do aluno de como se deu o desenvolvimento desses conceitos, de como a ciência se desenvolve. Permite compreender a origem das ideias e os aspectos humanos relacionados ao seu desenvolvimento, como estudar as circunstâncias nas quais as ideias se desenvolveram.

Segundo Cury e Motta (2008), podemos apontar algumas possíveis abordagens para o ensino no que se refere ao uso da história da matemática. Para eles, usando as ferramentas tecnológicas atuais é possível encontrar soluções novas para problemas matemáticos já resolvidos ou buscar problemas não resolvidos e tentar solucioná-los com recursos mais potentes. Além disso, a história possibilita a discussão a respeito de como um dado conteúdo era abordado em uma outra época e como é atualmente. Na perspectiva dos autores,

Cada uma dessas ideias pode gerar propostas interessantes, mostrando que a apresentação de fatos e datas encadeados linearmente, bem como a ênfase na história de grandes matemáticos, como ainda se vê em muitos livros texto para o ensino fundamental e médio, não são as únicas possibilidades para utilizar a História da Matemática em sala de aula (CURY; MOTTA, 2008, p. 83).

Na perspectiva desses autores, a variedade de abordagens contribui para o ensino de matemática, pois possibilita ao aluno uma gama de reflexões que não são contempladas em situações tradicionais de aprendizagem.

Com relação às pesquisas em história da matemática, Nobre (2008) esclarece que essa linha apresenta várias frentes, mas que estão ligadas entre si de certa maneira. Para o autor, as pesquisas apresentam uma aproximação com os seguintes eixos: história dos problemas e dos conceitos; história das relações entre a matemática, as ciências naturais e técnicas; biografias; análise histórica das organizações institucionais; e a matemática como parte da cultura humana.

Na mesma perspectiva das pesquisas, Valente (2010) argumenta a respeito das diferenças entre a matemática científica e a matemática escolar. Segundo o autor, a história da matemática pode constituir um elemento de ligação entre elas. Entretanto, chama a atenção para o fato de que o que se observa é que

quando as pesquisas históricas se direcionam para o ensino, há uma ênfase no ensino superior e “pouco espaço é dado aos estudos históricos relacionados com a matemática no ensino fundamental”²³ (VALENTE, 2010, p. 317).

Em uma pesquisa realizada em dissertações e teses a respeito do uso da história da matemática em sala de aula, dos 17 trabalhos analisados, 6 eram direcionados ao ensino superior, 7 para o ensino médio, 1 para a formação do professor e apenas 3 para o ensino fundamental, mais especificamente para a oitava série (ARAMAN; BATISTA, 2010). Esses dados corroboram a observação feita por Valente (2010), de forma que, embora as pesquisas salientem as potencialidades do uso da história da matemática em sala de aula, ainda temos um longo caminho a percorrer.

Nessa mesma direção, Grimberg (2008) reconhece que, embora os programas e currículos tenham introduzido a história da matemática desde o ensino fundamental, os programas não indicam como pode ser feito esse novo tipo de intervenção. Segundo ele, “os programas fazem uma bela declaração de intenções”, mas não indicam como fazer isso, de forma que elaborar uma metodologia a esse respeito é um trabalho para muitas pesquisas na área (GRIMBERG, 2008, p. 208).

Muitos pesquisadores visam justificar, por meio de argumentos, o uso da história no ensino de matemática. Já vimos em Vianna (1995), Grugnetti e Rogers (2000), Fauvel e Maanen (2000), entre outros, algumas dessas justificativas. Encontramos no trabalho de Miguel e Miorim (2008, p. 61-62) alguns argumentos de natureza epistemológica para o seu uso, dentre os quais destacamos: ser fonte de seleção de métodos adequados de ensino; de sequências adequadas de tópicos de ensino; de seleção de objetivos; de problemas ou episódios motivadores; de compreensão e de significado para o processo de ensino e de aprendizagem; de identificação de obstáculos de origem epistemológica, e de identificação de mecanismos cognitivos operatórios de passagem.

Além dos argumentos de natureza epistemológica, os autores explicitam alguns argumentos de natureza ética, apontando a história da matemática como agente promotor: de um “trabalho pedagógico no sentido de uma tomada de consciência da unidade da matemática”; da compreensão da natureza do pensamento matemático; da “desmistificação da matemática e a desalienação de

²³ Oferecemos o trecho original: Little room is given to historical studies related to mathematics in elementary school.

seu ensino”; de um trabalho pedagógico que visa a conquista da autonomia intelectual e a “construção de atitudes academicamente valorizadas”; da compreensão dos diferentes usos sociais da matemática; da apreciação da beleza da matemática; e de “promoção de inclusão social” (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 62).

Num estudo teórico realizado por Jankvist (2009), o autor apresenta uma forma de organizar e estruturar o debate acerca do “porquê” e de “como” usar a história da matemática no ensino e na aprendizagem. No ponto de vista do autor, devemos refletir a respeito das suas vantagens, desvantagens, possibilidades, limitações, etc. Dessa forma, propõe uma reflexão baseada nas seguintes questões:

1. Por que a história pode/deve ser utilizada no ensino e na aprendizagem de matemática;
2. Como a história pode/deve ser utilizada no ensino e na aprendizagem de matemática;
3. De que forma os argumentos para usar a história e as abordagens para fazê-lo, ou seja, os porquês e comos, estão interligados²⁴ (JANKVIST, 2009, p. 236).

Baseado em estudos que envolvem os argumentos em favor do uso da história da matemática, o autor estrutura duas categorias: “aqueles que se referem à história como uma ferramenta para auxiliar efetivamente o ensino e a aprendizagem da matemática, e os que se referem à história como um fim em si mesma”²⁵ (JANKVIST, 2009, p. 237).

No primeiro caso, um argumento típico é de que a história pode ser um elemento motivador para os alunos nos seus estudos de matemática, ajudando a sustentar o seu interesse pelo assunto. Outro argumento é que uma abordagem histórica pode tornar a matemática mais humana, tornando-a menos assustadora. Também temos a questão de que as dificuldades que os matemáticos do passado encontraram podem ser pontos problemáticos também para os estudantes de hoje, de modo que “os alunos podem se tranquilizar, pois o mesmo conceito matemático que eles estão encontrando dificuldades para compreender, grandes matemáticos

²⁴ Oferecemos o trecho original: 1. Why history may/should be used in the teaching and learning of mathematics; 2. How history may/should be used in the teaching and learning of mathematics; 3. In what ways the arguments for using history and the approaches to doing so, i.e., the whys and hows, are interrelated.

²⁵ Oferecemos o trecho original: those that refer to history as a tool for assisting the actual learning and teaching of mathematics, and those that refer to history as a goal in itself.

levaram centenas de anos para alcançar a sua forma final²⁶ (JANKVIST, 2009, p. 238).

Além desses argumentos, o autor esclarece que a história pode desempenhar o papel de uma ferramenta cognitiva no apoio de uma aprendizagem efetiva da matemática. Por exemplo, afirma que a história pode melhorar o ensino e aprendizagem, proporcionando um ponto de vista diferente ou outro modo de apresentação dos conteúdos. Outro uso da história como uma ferramenta cognitiva ocorre na identificação dos obstáculos epistemológicos. Segundo Jankvist (2009), os obstáculos epistemológicos apresentam um caráter formativo no conhecimento e podem ser encontrados na história dos próprios conceitos.

Ainda com relação aos obstáculos epistemológicos, Radford, Boero e Vasco (2000) esclarecem que a abordagem baseada na ideia de obstáculos epistemológicos foi desenvolvida por Bachelard e introduzida na didática da matemática por Brousseau nos anos de 1970. Assim,

Na opinião Brousseau, o conhecimento não é um estado de espírito, é uma solução para um problema, independente do sujeito resolver. Dentro deste contexto, um obstáculo epistemológico aparece como fonte de um erro recorrente não aleatório que os indivíduos produzem quando estão tentando resolver um problema²⁷. (RADFORD; BOERO; VASCO, 2000, p. 162)

Dessa forma, a ação pedagógica deve objetivar a organização de situações de aprendizagem elaboradas com problemas cuidadosamente selecionados que podem desafiar as concepções que os alunos já possuem e que possibilitem superar os obstáculos epistemológicos, conduzindo os alunos a conceituações cada vez mais ricas.

Para Dorier e Rogers (2000), a relação entre história da matemática e ensino e aprendizagem de matemática necessariamente induz a questões epistemológicas e ao desenvolvimento cognitivo dos indivíduos, de forma que

²⁶ Oferecemos o trecho original: from which the students may derive comfort; the same mathematical concept that they themselves are now having trouble grasping actually took great mathematicians hundreds of years to shape into its final form.

²⁷ Oferecemos o trecho original: In Brousseau's view, knowledge is not a state of mind; it is a solution to a problem, independent of the solving subject. Within this context, an epistemological obstacle appears as the source of a recurrent non-random mistake that individuals produce when they are trying to solve a problem.

uma reflexão epistemológica sobre o desenvolvimento das ideias na história da matemática pode enriquecer a análise didática, fornecendo pistas essenciais que podem especificar a natureza do conhecimento a ser ensinado, e explorar diferentes formas de acesso a esse conhecimento²⁸ (DORIER; ROGERS, 2000, p. 169).

Outro argumento apresentado por Jankvist (2009) para o uso da história da matemática como instrumento para auxiliar o processo de ensino e de aprendizagem é o recapitulacionista (ou princípio genético), no qual “a ontogênese recapitula a filogênese” (JANKVIST, 2009, p. 238). O argumento da recapitulação é apoiado nas ideias do biólogo e filósofo alemão Ernst Haeckel, que considerava que o desenvolvimento psíquico da criança é uma breve repetição da evolução filogenética. Assim, o argumento recapitulacionista pode ser compreendido da seguinte forma:

Para realmente aprender e dominar a matemática, a mente tem que passar pelos mesmos estágios pelos quais a matemática passou durante sua evolução. O argumento da recapitulação não só se aplica à matemática como um todo, mas também a conceitos matemáticos únicos e teorias²⁹. (JANKVIST, 2009, p. 239).

Com relação ao segundo caso, o uso da história da matemática como um objetivo em si mesma, não deve ser confundido com o conhecimento da história da matemática como um tema independente, ou seja, a história da matemática por causa da história da matemática. Em vez disso, o foco é nos aspectos de desenvolvimento e evolução da matemática como uma disciplina. Nesse sentido, pode ser considerado um objetivo para mostrar aos alunos que a matemática existe e evolui através do tempo, que é uma disciplina que sofreu uma evolução, que os seres humanos têm tomado parte dessa evolução, que a matemática tem evoluído em muitas culturas diferentes ao longo da história, e que essas culturas tiveram influência na formação da matemática, ou que a evolução é impulsionada por forças internas e externas, entre outros (JANKVIST, 2009).

Outra maneira de descrever a história da matemática como um objetivo em si mesma é discutir meta-aspectos ou metaquestões a respeito da

²⁸ Oferecemos o trecho original: an epistemological reflection on the development of ideas in the history of mathematics can enrich didactical analysis by providing essential clues which may specify the nature of the knowledge to be taught, and explore different ways of access to that knowledge.

²⁹ Oferecemos o trecho original: To really learn and master mathematics, one's mind must go through the same stages that mathematics has gone through during its evolution. The recapitulation argument not only applies to mathematics as a whole, but also to single mathematical concepts and theories.

matemática. Como exemplos, o autor salienta: como se deu a evolução da matemática através dos tempos? Que fatores ou mecanismos interferem nessa evolução? As circunstâncias sociais e culturais interferem nessa evolução? Se sim, como? A matemática da antiguidade é uma matemática obsoleta? (JANKVIST, 2009). São questões filosóficas que podem ser suscitadas por meio dos estudos históricos e que vão contribuir para que o aluno tenha uma compreensão mais adequada de como se dá o desenvolvimento científico, no caso, da matemática.

Nos estudos a respeito do uso da história da matemática desenvolvidos para o ICMI, Tzanakis e Arcavi (2000) elencam alguns argumentos em apoio à integração da história da matemática na educação matemática. Esses argumentos podem ser colocados nos seguintes tópicos:

- a) a aprendizagem da matemática;
- b) o desenvolvimento da visão da natureza da matemática e da atividade matemática;
- c) a formação didática dos professores e seu repertório pedagógico;
- d) a predisposição afetiva em relação à matemática; e
- e) a valorização da matemática como um empreendimento cultural e humano³⁰ (TZANAKIS; ARCAVI, 2000, p. 203).

No entendimento de Fauvel e Maanen (2000, p. xviii), o uso da história da matemática exige muitas reflexões, pois a consideram como “uma área crucial para explorar e analisar a relação entre a forma como os alunos compreendem a matemática e a construção histórica do pensamento matemático”³¹.

Embora muitos estudos teóricos estejam sendo desenvolvidos nesse âmbito, encontramos argumentos que questionam as possibilidades pedagógicas da história da matemática. Tais argumentos referem-se “à ausência de literatura adequada, à natureza imprópria da literatura disponível, à história como um fator complicador, à ausência de sentido de progresso histórico”, entre outros (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 63).

Para Tzanakis e Arcavi (2000), várias dificuldades foram levantadas questionando a relevância ou a viabilidade de promover a integração entre esses

³⁰ Oferecemos o trecho original: a) the learning of mathematics; b) the development of views on the nature of mathematics and mathematical activity; c) the didactical background of teachers and their pedagogical repertoire; d) the affective predisposition towards mathematics; and e) the appreciation of mathematics as a cultural-human endeavour.

³¹ Oferecemos o trecho original: A crucial area to explore and analyze is the relation between how students achieve understanding in mathematics and the historical construction of mathematical thinking.

dois campos. Destarte, os autores apresentam algumas objeções colhidas na literatura, que versam sobre duas fontes de dificuldades: filosófica e prática (TZANAKIS; ARCAVI, 2000). Com relação às objeções de cunho filosófico, pontuam:

- a) História não é matemática: se quer ensinar a sua história, então tem que ensinar primeiro a matemática, deve-se ensinar primeiro o tema e depois a sua história.
- b) A história pode confundir o aluno ao invés de esclarecer.
- c) Os alunos podem ter uma noção equivocada do passado, que torna a contextualização histórica comprometida se não tiverem uma educação mais ampla em história geral.
- d) Muitos alunos não gostam de história e, conseqüentemente, não gostam de história da matemática, ou a consideram tão chata quanto a matemática.
- e) Se o avanço da matemática se dá por meio da resolução de problemas difíceis, então por que olhar para trás?
- f) A história pode ser objeto de chauvinismo e nacionalismo.

No que se refere à prática de incorporar a história da matemática no ensino e na aprendizagem, os autores apresentam as seguintes objeções:

- a) Falta de tempo: o tempo disponível já não é suficiente para ensinar matemática, vai ficar menor ainda se ensinarmos história da matemática.
- b) Falta de recursos: não existem recursos materiais apropriados mesmo para aqueles professores que desejam incluir a história da matemática em suas aulas.
- c) Falta de experiência: faltam ao professor conhecimentos históricos e interdisciplinares, que é uma consequência de uma formação inadequada recebida por ele. Além disso, a falta de conhecimento conduz a uma falta de confiança por parte do docente.
- d) Falta de avaliação: não há uma maneira clara e consistente de integrar os componentes históricos na avaliação do aluno. E se esses componentes não forem avaliados, os alunos não valorizam ou não prestam atenção a eles.

Esses argumentos apresentados demonstram que a inclusão da história da matemática na educação matemática não é trivial. Ela envolve desde questões de ordem prática, que ocorrem diretamente na sala de aula, até questões filosóficas, que envolvem as concepções que os professores têm do que é matemática, do que é ensinar e aprender matemática. A formação docente também é apontada como um fator que dificulta a inserção de componentes históricos nas salas de aula. Ora, se o professor não se sente preparado para tal, se não dispõe de materiais adequados, provavelmente terá dificuldades para isso. A questão da formação será abordada mais adiante.

Com relação à falta de tempo, Fried (2008) explica que o uso da história em sala de aula pode ser compreendido por meio de duas estratégias distintas: "estratégia de adição (ou inclusão)" e "estratégia de acomodação". Na primeira, a história é meramente acrescentada ao currículo existente, dando ao professor a noção de que ele deve ensinar algo a mais, além dos conteúdos matemáticos já previstos no currículo. Daí a alegação da falta de tempo. Na segunda estratégia, a de acomodação, os conteúdos são trabalhados via uma abordagem histórica, de forma que a história é trabalhada dentro do próprio currículo de matemática, sem aumentá-lo:

a estratégia de adição, ou seja, uma estratégia pela qual a história da matemática é adicionada ao currículo por meio de anedotas históricas, biografias, problemas isolados, e assim por diante. Outra estratégia que em geral responde à pergunta dos professores "Onde posso encontrar o tempo para ensinar história?" é a estratégia de acomodação, ou seja, utilizando-se uma evolução histórica na própria explicação de uma técnica, ou de uma ideia, ou organizar o assunto de acordo com um esquema histórico³² (FRIED, 2008, p. 186).

No que se refere a como usar a história da matemática na educação matemática, as pesquisas indicam que há uma mistura entre as justificativas e os modos como fazê-lo. Além da estratégia da acomodação, colocada por Fried (2008), Jankvist (2009), em seus estudos, encontrou reflexões sobre o tipo de história que está sendo usada (factual, conceitual, cultural, etc), a "quantidade" de história que

³² Oferecemos o trecho original: the strategy of addition, namely, a strategy whereby history of mathematics is added to the curriculum by means of historical anecdotes, short biographies, isolated problems, and so on. Another general strategy which also answers the teachers question "Where do I find the time to teach history?" is the strategy of accommodation, namely, using an historical development in one's explanation of a technique or idea or organizing subject matter according to an historical scheme.

está sendo utilizada, o modo como os alunos trabalham com a história (folhas de exercícios, projetos, textos, etc), ou em relação às fontes utilizadas (fontes primárias, fontes secundárias, ou uma mistura).

Essa questão também foi debatida nos estudos do ICMI. O recurso didático da história da matemática pode ser compreendido sob algumas diferentes abordagens. Os autores Bartolini e Sierpinski (2000) discutem a abordagem histórica na perspectiva dos jogos de vozes e ecos em sala de aula, assim como o uso indireto dos estudos históricos e epistemológicos na elaboração de atividades para os alunos. Radford, Boero e Vasco (2000) discutem também a perspectiva dos jogos de vozes e ecos, além da sociocultural e dos obstáculos epistemológicos. Entretanto, chamam a atenção pelo fato de muitas abordagens que utilizam a história da matemática estarem pautadas no paradigma recapitulacionista, que já apresentamos (DORIER; ROGERS, 2000).

Em Miguel e Miorim (2008), encontramos uma compilação de algumas das perspectivas teóricas presentes nas investigações que envolvem o uso da história da matemática na educação matemática:

- **Perspectiva Evolucionista Linear:** é baseada no argumento recapitulacionista de cunho biológico no qual “o desenvolvimento psíquico da criança é uma repetição abreviada da evolução filogenética” (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 80). De acordo com essa visão, o conhecimento matemático pode ser compreendido como um corpo cumulativo e sequenciado que deve ser recapitulado durante o processo de ensino e de aprendizagem. O papel da história seria o de subsidiar a busca pela ordem cronológica na qual os tópicos surgiram e essa ordem deve ser seguida durante o processo pedagógico.
- **Perspectiva Estrutural-Construtivista Operatória:** essa perspectiva se fundamenta nos estudos de Jean Piaget e Rolando García, principalmente na obra *Psicogênese e História da Ciência*, de 1992. Nesse enfoque, a aprendizagem matemática é concebida como uma reconstrução pessoal (psicogênese) do conhecimento construído historicamente (filogênese). Dessa maneira, na aprendizagem de um determinado tópico matemático, a psicogênese deveria recapitular a filogênese.

- **Perspectiva Evolutiva Descontínua:** é influenciada pela obra “A formação do espírito científico” de Gaston Bachelard. Nessa visão, os obstáculos de origem epistemológica podem se identificar com os obstáculos históricos na construção de um dado conhecimento. Assim, “a História da Matemática aparece como um campo de possibilidade de busca de obstáculos epistemológicos” que ocorreram no percurso histórico da evolução do conhecimento matemático (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 104).
- **Perspectiva Sociocultural:** concebe o conhecimento matemático como resultante de um processo de negociação social de significados, dentro de um contexto cultural. Nesse contexto, o papel desempenhado pelas análises históricas no âmbito da educação matemática é “o de constituir os antigos significados ou campos semânticos de teorias, conceitos e procedimentos matemáticos” que podem ser aproveitados, após as devidas adequações didáticas, nos currículos e estruturação de sequências didáticas (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 127).
- **Perspectiva dos Jogos de Vozes e Ecos:** tem como base as contribuições teóricas de Bakhtin, de Wittgenstein e de Vygotsky. Os objetos matemáticos, nessa perspectiva, são também considerados objetos linguísticos, de natureza discursiva e dialógica. Assim, “a problemática de transmissão de conhecimento matemático na escola giraria [...] no estabelecimento e desenvolvimento de condições que propiciem a apropriação [...] das características do conhecimento matemático teórico”, de natureza linguística (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 139). A história da matemática é concebida como fonte para revelar as contradições entre as vozes históricas e as vozes dos estudantes, ampliando os horizontes culturais dos mesmos.

Tzanakis e Arcavi (2000), além de explicitarem algumas razões para a integração da história da matemática na educação matemática, esclarecem que a maneira como essa integração pode ser realizada precisa ser seriamente discutida. Na análise dos autores, existem três diferentes – porém complementares – maneiras de se fazer isso, assim caracterizadas:

1. Aprender *história*, por meio do fornecimento direto de informações históricas.
2. Aprender *tópicos de matemática*, seguindo uma abordagem de ensino e aprendizagem inspirada pela história.
3. Desenvolver um *conhecimento mais profundo*, tanto da própria matemática quanto dos contextos sociais e culturais em que a matemática tem sido desenvolvida³³ (TZANAKIS; ARCAVI, 2000, p. 208).

Com relação à aprendizagem de informações históricas, os autores atribuem a isso as informações isoladas, como fatos, nomes, datas, trabalhos famosos, biografias, problemas famosos, entre outros. Isso pode ser feito por meio da leitura de livros de história da matemática. Nesses casos, a ênfase está na história e não na aprendizagem matemática.

No caso das abordagens de ensino e aprendizagens inspiradas na história, os autores colocam que tais abordagens podem ser consideradas abordagens genéticas. Neste sentido, em uma abordagem genética, a ênfase dada é menor nas questões relacionadas a como utilizar as teorias, métodos e conceitos, e é maior na explicação dos porquês, pois fornecem respostas a problemas e questões específicas de matemática, sem, contudo, desconsiderar o papel técnico do conhecimento matemático (TZANAKIS; ARCAVI, 2000).

Sob esse ponto de vista, a perspectiva histórica apresenta interessantes possibilidades para uma compreensão profunda e ampla do assunto estudado, como indicam os autores:

1. Mesmo o professor não sendo um historiador, deve adquirir um conhecimento básico sobre a evolução histórica do assunto.
2. Nessa base de conhecimento, as etapas cruciais da evolução histórica são identificadas, como as principais ideias, questões e problemas que podem abrir perspectivas para novas pesquisas.
3. Estas etapas cruciais são reconstruídas, de modo que se tornem didaticamente adequadas para uso em sala de aula³⁴ (TZANAKIS; ARCAVI, 2000, p. 209).

³³ Oferecemos o trecho original: 1. Learning *history*, by the provision of direct historical information. 2. Learning *mathematical topics*, by following a teaching and learning approach inspired by history. 3. Developing *deeper awareness*, both of mathematics itself and of the social and cultural contexts in which mathematics has been done.

³⁴ Oferecemos o trecho original: 1. Even the teacher who is not a historian should acquired a basic knowledge of the historical evolution of the subject. 2. On this basis, the crucial steps of the historical evolution are identified, as those key ideas, questions and problems which opened new research perspectives. 3. These crucial steps are reconstructed, so that they become didactically appropriate for classroom use.

Essas etapas cruciais que foram reconstruídas, segundo os autores, podem ser usadas na organização de sequências de problemas historicamente fundamentados, num nível crescente de dificuldade, de modo que cada novo problema apoie-se nos conhecimentos desenvolvidos nos anteriores. A forma desses problemas pode variar desde exercícios simples, de caráter mais ou menos técnico, até questões abertas.

Com relação ao desenvolvimento de uma compreensão mais profunda da matemática, a história pode colaborar tanto para a compreensão de questões intrínsecas quanto extrínsecas da natureza da atividade matemática. No que diz respeito às questões intrínsecas, os autores salientam que os conhecimentos históricos podem auxiliar na compreensão do desenvolvimento da matemática, tanto do conteúdo quanto da forma, modos de representação, notação, terminologia, noções de prova, rigor e evidência. Podem auxiliar também no entendimento do papel das dúvidas, dos paradoxos, contradições, intuição, heurística, abstração e formalismo. Nas questões extrínsecas, podemos considerar as questões filosóficas, a relação do conhecimento matemático na resolução de problemas de outras ciências, o desenvolvimento da matemática em diferentes culturas e civilizações e os reflexos da cultura e da sociedade na educação matemática (TZANAKIS; ARCAVI, 2000).

Nossa intenção foi evidenciar algumas nuances das discussões a respeito dos limites e das potencialidades pedagógicas da história da matemática. Em nosso ponto de vista, a participação da história no processo de ensino e aprendizagem de matemática apresenta sim um valor epistemológico relevante, desde que conduzida com embasamentos teóricos e metodológicos adequados a cada nível de ensino. Nossa perspectiva vai ao encontro da defendida por Miguel e Miorim:

[...] entre as posições extremadas que tentam nos convencer de que a história tudo pode ou a história nada pode, parece-nos mais adequado assumir uma posição intermediária que acredita que a história – desde que devidamente constituída com fins explicitamente pedagógicos e organicamente articulada com as demais variáveis que intervêm no processo de ensino – aprendizagem escolar da Matemática – pode e deve se constituir ponto de referência tanto para a problematização pedagógica quanto para a transformação qualitativa da cultura escolar e da educação escolar e, mais particularmente, da cultura matemática que circula e da educação matemática que se promove e se realiza no interior da instituição escolar (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 151-152).

Como vimos neste tópico, são muitos os debates que circundam o uso da história da matemática nas situações de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, uma questão não pode ser deixada de lado. Se por um lado, a implementação de elementos históricos nas aulas de matemática colaboram com a aprendizagem dos alunos, por outro temos que refletir sobre a formação dos professores, que, do mesmo modo que os alunos, estão no cerne de todas as implicações que o uso da história pode ter.

Na próxima seção, apresentamos alguns estudos teóricos que articulam a relação entre a formação docente e a história da matemática.

3.2 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Como vimos na seção anterior, é ampla a literatura que discorre a respeito da relevância dos conhecimentos da história da matemática para a educação matemática. Encontramos um vasto campo de argumentos favoráveis à implementação de abordagens históricas nas aulas de matemática, mas temos que analisar a formação do professor para tal. Por isso, neste tópico, nosso objetivo é apresentar algumas discussões teóricas que articulam a formação de professores de matemática com a história da matemática. Sob esse enfoque, destacamos um trecho do pesquisador Antonio Miguel:

Nos últimos anos, tanto em nosso país quanto em outros, muito se tem dito acerca das potencialidades crítica e formativa da participação orgânica da história da matemática na Educação Matemática Escolar e, como decorrência, também na formação de professores de matemática (MIGUEL, 2005, p. 139).

Muitos pesquisadores da área alegam que uma formação que proporcione discussões acerca da natureza da matemática, de conceitos e métodos, enfim, da história da matemática, pode contribuir com abordagens epistemológicas e metodológicas que possibilitem uma compreensão de como se dá o desenvolvimento do conhecimento matemático e dos conteúdos ministrados pelo professor (BATISTA; LUCCAS, 2004).

É neste enfoque, na importância de tais conhecimentos para a formação do professor de matemática, que argumentaremos a seguir.

Em nossa fundamentação teórica a respeito dos saberes docentes e da necessidade de reflexão da prática pedagógica, salientamos que conhecimentos teóricos são necessários e importantes para a formação de professores:

Dessa forma, a teoria tem importância fundamental na formação dos docentes, pois dota os sujeitos de variados pontos de vista para uma ação contextualizada, oferecendo perspectivas de análise para que os professores compreendam os contextos históricos, sociais, culturais, organizacionais e de si próprios como profissionais (PIMENTA, 2008, p. 24).

Assim, consideramos que a história da matemática, com seu enfoque epistemológico e metodológico, pode ser um fator contributivo para a formação de professores de matemática, como já nos diz a literatura, mas especificamente, pode auxiliar o professor na estruturação de seus saberes docentes.

Atualmente, os professores necessitam de uma formação continuada, pois a realidade com a qual se deparam diariamente é um pouco diferente do que aquela trabalhada na formação inicial – Fiorentini, Nacarato e Pinto (1999); Brito e Alves (2008); Paiva (2008); Manrique e André (2008). A busca por essa formação evidencia, muitas vezes, as dificuldades encontradas pelo professor na sua atividade pedagógica, que vão desde as dificuldades ligadas a questões metodológicas até aos saberes relacionados com a compreensão conceitual dos conteúdos que ensina.

Nesse sentido, o estudo do desenvolvimento histórico dos conteúdos (ou pelo menos de alguns deles) pode dar condições ao professor de exemplificar melhor, promover debates, tornando assim suas aulas mais significativas e contextualizadas. Essa nova postura, advinda dos conhecimentos acerca da história da matemática, certamente não resolverá todos os problemas da formação dos professores, mas pode contribuir no sentido de explicitar a evolução do pensamento científico e as suas relações com as diversas áreas do conhecimento (MATTHEWS, 1995).

O professor necessita ter conhecimentos críticos a respeito da disciplina que trabalha, ainda que esse conhecimento não seja diretamente aplicável na pedagogia. Recentes pesquisas têm explicitado que uma postura crítica e analítica em relação à sua disciplina pode ser desenvolvida com estudos da história da matemática (BATISTA; SAMPAIO, 2006).

Segundo as autoras, a abordagem histórica constitui um instrumento salutar para a prática docente, contribuindo de diversas formas, entre elas a promoção de debates sobre os valores cognitivos da ciência. Os estudos axiológicos possibilitam ao professor uma compreensão da atividade científica e de suas implicações sociais e culturais, que certamente enriquecem a sua formação, e, conseqüentemente, o processo de ensino e de aprendizagem (BATISTA; SAMPAIO, 2006).

De acordo com Bicudo (1999, p. 23), os estudos filosóficos permitem reflexões como: “o que é matemática e como podemos explicar sua natureza?” Compreender o que é matemática e a sua natureza é um ponto importante para a formação do professor de matemática. Observamos que a formação inicial, muitas vezes, não favorece um entendimento adequado sobre essas questões, levando o docente a compreender a matemática como um conjunto de fórmulas, estruturado por uma linguagem que não consegue justificar e contextualizar em sala de aula. Os estudos históricos colaboram para que o mesmo se insira em alguns debates filosóficos que podem conduzi-lo a um melhor entendimento da natureza do conhecimento matemático.

As crenças epistemológicas que os professores apresentam em relação à matemática e ao seu processo de ensino envolvem também questões de natureza filosófica. Em uma pesquisa realizada por Charalambous, Panaoura e Philippou (2009) a respeito dessas crenças, os autores apontam três diferentes perspectivas:

A primeira perspectiva, a platônica, considera matemática a priori como um corpo estático e unificado de conhecimento que existe lá fora, e aguarda para ser descoberto. A segunda perspectiva, a instrumentista, diz respeito à matemática como um conjunto organizado de instrumentos (por exemplo, regras, operações e algoritmos) e, portanto, pode ser relacionada a uma visão formalista da matemática. Finalmente, o ponto de vista experimental respeita a matemática como um processo dinâmico e em constante evolução, como um campo da criação humana, cujos resultados são passíveis de revisão³⁵ (CHARALAMBOUS; PANAOURA; PHILIPPOU, 2009, p. 163).

³⁵ Oferecemos o trecho original: The first perspective, the Platonic, considers mathematics as an a priori static unified body of knowledge which exists out there and waits to be discovered. The second perspective, the instrumentalist, regards mathematics as an organized set of instruments (e.g., rules, operations, and algorithms), and hence can be linked to a formalist view of mathematics. Finally, the experimental view regards mathematics as a dynamic and continually evolving field of human creation, the results of which are open to revision.

Esses diferentes modos de conceber a matemática influenciam diretamente na maneira como o professor compreende o seu processo de ensino e aprendizagem. Por exemplo, professores que tendem a considerar a matemática um corpo estático de conhecimento a ser aprendido, podem estar mais inclinados a adotar abordagens que enfatizam os exercícios repetitivos e a memorização. Nesse sentido, a história da matemática pode proporcionar momentos de reflexão a respeito da natureza do conhecimento matemático que podem conduzir o professor a uma compreensão da matemática em seu processo dinâmico de criação humana, que está em constante evolução e revisão.

Martins (2007), a partir de seus estudos realizados com professores do ensino médio observou que eles sentem dificuldades em incorporar conhecimentos da história e filosofia da ciência (HFC) em suas práticas. Ainda de acordo com Martins (2007), além de as pesquisas indicarem a necessidade da inclusão de componentes históricos no processo de ensino e de aprendizagem, as reformas educacionais também apontam para essa tendência, como podemos ver nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1998).

Diante disso, os componentes históricos e filosóficos tornaram-se relevantes para a formação de professores:

Assim, a HFC surge como uma *necessidade formativa do professor*, na medida em que pode contribuir para: evitar visões distorcidas sobre o fazer científico; permitir uma compreensão mais refinada dos diversos aspectos envolvendo o processo de ensino-aprendizagem da ciência; proporcionar uma intervenção mais qualificada em sala de aula (MARTINS, 2007, p. 115).

Entretanto, embora muitos pesquisadores e professores reconheçam a importância da inserção de conhecimentos históricos, percebemos que na prática não ocorrem grandes avanços. Duarte (2004a), em suas investigações, percebeu que a maioria dos professores reconhece a importância da história, como em relação à motivação dos alunos, na construção de imagens mais adequadas do conhecimento científico e na compreensão de conceitos. Observou também que, na maior parte dos casos, a história utilizada por eles era descritiva, factual e cronológica. A autora considera que a forma como os docentes utilizavam a história não correspondia à relevância que os mesmos atribuíam a ela no ensino. Como

dificuldades para a sua utilização, os professores apontaram a formação inadequada, bem como a falta de material apropriado.

Podemos perceber que, embora os docentes considerem relevantes as contribuições dos conhecimentos históricos para o ensino, há uma necessidade de se compreender por que o professor encontra tanta dificuldade nesse processo.

A preocupação com a formação também está presente nos estudos do ICMI. A integração entre a história da matemática na formação inicial e também em serviço tem sido um tema de interesse internacional nas pesquisas nos últimos anos. O seu uso nos contextos educacionais exige reflexão didática, e o docente precisa estar preparado para isso. Entretanto, os estudos salientam que essa aproximação favorece a atuação do profissional em sala de aula:

Usando recursos históricos, os professores estão mais aptos a apoiar a aprendizagem dos alunos em situações tão diversas como os que regressaram ao ensino, nas escolas e nas comunidades com poucos recursos, alunos com dificuldades educacionais e com estudantes matematicamente talentosos³⁶ (FAUVEL; MAANEN, 2000, p. xviii).

Um aspecto importante apontado por Barbin (2000) com relação à dimensão histórica na formação do professor de matemática refere-se à oportunidade do desenvolvimento da visão da matemática, bem como dos conceitos e teorias. E o desenvolvimento dessa compreensão traz implicações relevantes para o processo de ensino e de aprendizagem:

[...] a história da matemática pode primeiro alterar a percepção e a compreensão do próprio professor sobre a matemática, e isso irá influenciar o modo como se ensina matemática e, finalmente, isso afeta a maneira como o aluno percebe e compreende a matemática³⁷ (BARBIN, 2000, p. 63-64).

Essa compreensão pode fomentar mudanças na imagem da matemática trabalhada pelo professor, como um contraste entre uma abordagem formal e uma heurística, balizada pela dimensão histórica. E essa diferença também é marcada pelo estilo pedagógico: para o professor tradicional, o conhecimento é

³⁶ Oferecemos o trecho original: Using historical resources, teachers are better able to support the learning of students in such diverse situations as those returning to education, in under-resourced school and communities, those with educational challenges, and mathematically gifted students.

³⁷ Oferecemos o trecho original: the history of mathematics can first change the teacher's own perception and understanding about mathematics, then it will influence the way mathematics is taught, and finally it affects the way the student perceives and understanding mathematics.

transmitido por ele e a aprendizagem se dá por meio de atividades matemáticas realizadas pelos alunos; na interpretação heurística, associada com uma visão construtivista da matemática, o conhecimento é construído passo a passo e os conceitos são esclarecidos por meio da resolução de problemas. Dessa forma, a história não se constitui somente de uma fonte de conhecimentos para o professor, mas também de fonte de reflexão acerca de sua prática pedagógica (BARBIN, 2000).

Ao compreender como a matemática se desenvolve, ou seja, a natureza desse conhecimento científico, essa compreensão pode se caracterizar como uma mola propulsora de reflexão a respeito das opções metodológicas usadas pelo professor em sala de aula. Em muitos casos, durante os anos escolares e também na formação universitária, é desenvolvida uma concepção de matemática como sendo uma estrutura definitiva, composta por verdades irrefutáveis e imutáveis. Entretanto, “a dimensão histórica nos encoraja a pensar a matemática como um processo contínuo de reflexão e de melhoria ao longo do tempo”³⁸, e os programas de formação de professor devem considerar essa vertente e não somente a história como fonte de informação (BARBIN, 2000, p. 64).

Bursal (2010) apresenta uma discussão a respeito da influência que os professores exercem sobre os alunos em relação ao conhecimento científico e matemático. Liu (2009) acrescenta que a compreensão epistemológica da natureza do conhecimento tem sido vista como um fator significativo no desempenho dos estudantes. Em sua investigação, Liu (2009) elenca algumas crenças epistemológicas acerca da natureza da matemática: a essência da resolução de problemas na atividade matemática; a presença das regras e da criatividade nos raciocínios matemáticos; a dinamicidade do pensamento matemático; como o conhecimento matemático se originou e evoluiu; os fatores e condições envolvidos no desenvolvimento do conhecimento matemático, entre outros. Podemos perceber que uma abordagem com reflexões históricas pode auxiliar professores e alunos. Dessa forma, uma compreensão mais adequada da natureza da matemática traz implicações positivas no processo de ensino e de aprendizagem desse conhecimento.

Ainda na perspectiva desse pesquisador, a matemática

³⁸ Oferecemos o trecho original: the historical dimension encourages us to think of mathematics as a continuous process of reflection and improvement over time.

[...] como uma ciência exata, é comumente vista como um corpo absoluto e rígido de conhecimento, que é logicamente e dedutivamente estruturado, e por isso é irrefutável. Tal entendimento convencional, no entanto, é incompatível com visões epistemológicas contemporâneas da matemática. A essência da matemática reside na sua aventura intelectual, na beleza de sua forma abstrata, e aplicação no mundo físico³⁹ (LIU, 2009, p. 475).

Alguns autores salientam que a compreensão da natureza da matemática pode ser impulsionada pela compreensão de seu desenvolvimento histórico e, portanto, é necessária a integração de componentes históricos nos currículos de matemática para evidenciar a sua natureza dinâmica, potencialmente falível e sociocultural (LIU, 2009). Essa preocupação não é recente, já encontramos no NCTM (NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS IN MATHEMATICS, 1989) a alegação de que, para compreender e valorizar o conhecimento matemático, o ensino escolar deve promover a interação entre a matemática e as situações históricas de seu desenvolvimento.

Liang et al. (2009) apresentam uma pesquisa realizada com 640 futuros professores de países como Estados Unidos, China e Turquia enfocando a visão dos mesmos a respeito da natureza do desenvolvimento do conhecimento científico. Para os autores, desenvolver uma compreensão adequada da natureza da ciência (NOS)⁴⁰ é uma tendência mundial no que se refere ao ensino de ciências. Todos os alunos devem compreender “como a ciência funciona, como os cientistas trabalham em comunidade e como a sociedade e os empreendimentos científicos estão interligados⁴¹” (LIANG et al., 2009, p. 988).

Para atingir tais objetivos, é fulcral o papel desempenhado pelos professores. Dessa forma, é preciso conhecer qual é a compreensão que os mesmos têm em relação à natureza da ciência e de como podem incorporar essas questões em suas práticas de sala de aula. Liang et al. (2009) apresentam seis componentes essenciais para a compreensão da natureza do desenvolvimento do conhecimento científico pelos professores:

³⁹ Oferecemos o trecho original: Mathematics, as an archetypal exact science, is commonly viewed as an absolute and rigid body of knowledge, which is logically and deductively structured, and hence is irrefutable. Such conventional understanding, nonetheless, is inconsistent with contemporary epistemological views of mathematics. The essence of mathematics lies in its intellectual adventure, beauty of abstract form, and application in the physical world.

⁴⁰ Sigla para a expressão “natureza da ciência”, em inglês: nature of science.

⁴¹ Oferecemos o trecho em inglês: how science operates, how scientists work as a community, and how society and scientific endeavors are interrelated.

(a) o desenvolvimento do conhecimento científico envolve a combinação de observações e inferências; (b) o conhecimento científico é provisório e sujeito a alterações; (c) as teorias científicas e as leis são funcionalmente diferentes tipos de conhecimento científico (d) o conhecimento científico é social e culturalmente incorporado; (e) o desenvolvimento do conhecimento científico envolve a imaginação e a criatividade humana, e (f) o desenvolvimento do conhecimento científico envolve a utilização de diversos métodos científicos⁴² (LIANG et al., 2009, p. 990).

Entre alguns resultados, o estudo evidenciou que os professores oscilam entre uma compreensão ingênua e uma visão esclarecida da natureza da ciência. Por exemplo, apresentam a noção de que o desenvolvimento científico envolve a observação e a inferência, mas a maioria afirmou que as inferências e interpretações são feitas com base nas observações.

Com relação ao caráter provisório do desenvolvimento científico, os futuros professores apresentam essa visão, entretanto a maioria afirma que esse dinamismo se dá por meio da reinterpretação de dados já existentes e observados. Esse fato revela que eles ainda tendem a reconhecer a natureza da ciência como experimental e que novas informações descobertas por meio da tecnologia são a única razão para que essas mudanças aconteçam. A confusão entre teorias e leis e a relação entre elas foi fator que chamou a atenção dos pesquisadores. A maioria esmagadora dos futuros professores demonstraram pouco entendimento nessa questão (LIANG et al., 2009)

Para Dass (2005, p. 89), existe uma relação entre a formação do professor, sua concepção de ciência e sua atuação pedagógica. Os programas de formação devem incorporar situações nas quais os professores desenvolvam um melhor entendimento da atividade científica, e isso traz implicações positivas na compreensão dos alunos. Dessa forma, durante a

⁴² Oferecemos o trecho em inglês: (a) scientific knowledge development involves a combination of observations and inferences; (b) scientific knowledge is tentative and subject to change; (c) scientific theories and laws are functionally different types of scientific knowledge (d) scientific knowledge is socially and culturally embedded; (e) scientific knowledge development involves human imagination and creativity; and (f) scientific knowledge development involves the use of diverse scientific methods.

[...] preparação para se tornarem professores, eles devem ser envolvidos em experiências de aprendizagem concebidas para promover a compreensão adequada dos vários aspectos da natureza da ciência. As pesquisas indicam que as práticas de ensino de professores de ciências são afetadas por suas crenças e entendimentos sobre a natureza da ciência⁴³ (DASS, 2005, p. 89).

Há ainda que se considerar uma visão crítica e reflexiva que os estudos históricos podem fornecer. Um professor com conhecimentos históricos e filosóficos da área em que atua pode participar com mais consistência dos importantes debates educacionais, como os relacionados à organização do currículo e às metodologias de ensino. Ou seja, sem uma base crítica, “os professores podem ser facilmente levados por ideias da moda”⁴⁴ que pareçam boas em um determinado momento (DASS, 2005, p. 91).

Outro ponto que chama a atenção dos pesquisadores com relação à formação docente para trabalhar com a história da matemática é a necessidade de uma adequação didática dos elementos históricos. Segundo Fried (2008), os professores sofrem uma pressão para incorporar a história da matemática em suas aulas. Entretanto, isso não significa apenas que eles precisam ter acesso a essas informações históricas referentes aos conteúdos que ensinam, mas também adequar todos esses conhecimentos a sua realidade educacional: “o educador matemático deve filtrar, da história da matemática, o que é relevante do que é irrelevante e o que é útil do que não é”⁴⁵ (FRIED, 2008, p. 186). Ou ainda, “os professores devem escolher quais temas históricos ou materiais podem contribuir com o conteúdo de matemática que precisam ensinar”⁴⁶ e isso não é tão trivial quanto pode parecer num primeiro momento (FRIED, 2007, p. 206). É necessário que o professor mobilize, nesse processo, diversos conhecimentos e saberes a fim de contribuir para o processo de aprendizagem dos seus alunos.

Batista (2009) também apresenta essa discussão em suas pesquisas. Segundo a autora, a investigação e a construção de abordagens

⁴³ Oferecemos o trecho original: preparation to become teachers, they should be engaged in learning experiences designed to foster appropriate understanding of various aspects of the nature of science. Research indicates that the teaching practices of science teachers are affected by their beliefs and understanding regarding the nature of science.

⁴⁴ Oferecemos o trecho original: Without some grounding in HPS, teachers can be too easily carried along by fashionable ideas which later, sadly, “seemed good at the time.”

⁴⁵ Oferecemos o trecho original: The mathematics educator must filter out from the history of mathematics what it is relevant from what is irrelevant and what is useful from what is not.

⁴⁶ Oferecemos o trecho original: teachers must choose which historical topics or material will contribute to the mathematical material they have to teach...

históricas para serem trabalhadas em sala de aula precisam articular referenciais históricos, filosóficos e pedagógicos adequados aos conteúdos científicos. Dessa forma, há a necessidade de uma “integração dos domínios de história e filosofia da ciência com domínios de educação científica e matemática” na formação dos professores (BATISTA, 2009, p. 37).

Cabe ao professor promover uma seleção do que é adequado ou inadequado para a realidade de cada turma, e isso pressupõe que ele faça escolhas. Isso ocorre o tempo todo; entretanto, o que pretendemos é que, cada vez mais, tais escolhas sejam embasadas cientificamente, e os conhecimentos da história da matemática podem contribuir para a mudança do senso comum para uma visão fundamentada de sua prática.

Nesse entendimento, usar a história da matemática em sala de aula extrapola a questão do conteúdo matemático em si, pois envolve outras questões metodológicas, e os professores precisam estar preparados para tal. Para Cury e Motta,

Dar-se conta de que a construção de um conceito, como o de fração, pode exigir outros recursos metodológicos além do simples enunciado da definição formal – a qual é, em si, um objeto histórico variável, formalizado de acordo com o desejo de busca vivido pelo meio e conduzido pelo contexto ao qual se incorporará o objeto matemático definido – é algo que desestabiliza as concepções dos docentes e lhes faz refletir sobre sua prática (2008, p. 79).

Matthews (1995), referindo-se aos estudos realizados por Shulman a respeito da habilidade do professor em tornar os conteúdos compreensíveis aos alunos, aponta que a formação docente precisa proporcionar ao professor uma visão mais ampla dos tópicos de ensino, e que os estudos da história e filosofia da ciência podem fornecer essa visão. Ou seja, o enfoque histórico na formação do professor colabora não somente para a sua compreensão dos conteúdos matemáticos e da natureza da matemática, mas também para a abordagem de tais conteúdos de forma mais inteligível para os alunos, e isso supõe algumas adequações metodológicas.

Outro ponto apresentado por Bursal (2010) refere-se à compreensão dos conceitos matemáticos trabalhados pelos professores. Segundo a sua pesquisa, tem havido uma grande preocupação expressa na literatura sobre o nível de futuros professores. “Por exemplo, foi repetidamente destacado que futuros professores têm

problemas em habilidades elementares matemáticas simples (por exemplo, a interpretação de casas decimais) e na operação com números decimais e frações”⁴⁷ (BURSAL, 2010, p. 650).

Os estudos históricos a respeito dos conteúdos matemáticos podem contribuir para uma formação conceitual mais significativa e aprofundada dos conteúdos (MIGUEL; MIORIM, 2008). Brito e Carvalho (2009) apontam também que uma formação docente inicial e contínua, que promova a discussão dos aspectos da história da matemática, pode contribuir para uma melhor compreensão dos conteúdos por parte do professor, não somente em relação à parte estrutural dos conteúdos, mas também ao seu desenvolvimento, suas justificativas, relações com outros campos do saber, entre outros.

Carvalho (2000), num estudo realizado a respeito do conceito de função na formação continuada, alega que a perspectiva histórica abordada permitiu aos professores perceber que a maneira como um conceito é apresentado hoje é uma consequência das ideias passadas, movimentos e influências, e “fazê-los refazer essa história lhes permitiu ter em conta as diferentes apresentações do conceito de função, sem adotar uma posição contrária em relação a nenhuma delas”⁴⁸ (CARVALHO, 2000, p. 140).

A reconstrução histórica possibilita ao professor a oportunidade de comparar a matemática atual com a do passado, como no uso das notações, terminologias, métodos de provas, entre outros. Essa nova compreensão pode beneficiar sua atuação junto aos alunos. Também possibilita ao professor perceber as inter-relações entre diferentes tópicos da matemática, entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento e ainda identificar algumas dificuldades ou obstáculos para a compreensão do aluno (TZANAKIS; ARCAVI, 2000).

Diante disso, é imperativo que a formação proporcione ao professor condições de compreender as possibilidades de aplicação da história da matemática em sala de aula, bem como a conscientização de que tais conhecimentos colaboram para uma formação mais consistente frente aos desafios de ensinar matemática. De acordo com Tzanakis e Arcavi (2000), existem várias formas de se abordar

⁴⁷ Oferecemos o trecho original: For example, it was repeatedly reported that preservice elementary teachers have problems in simple mathematical skills (e.g., interpreting decimals) and operating with decimals and fractions.

⁴⁸ Oferecemos o trecho original: Making them retrace this history will allow them to take account of the different presentations of the function concept, without adopting a hostile towards some of them.

historicamente um determinado assunto em sala de aula, e o professor precisa considerar algumas questões importantes ao fazer suas opções, como a realidade de cada turma, as necessidades do currículo, entre outras.

A história da matemática possibilita uma compreensão um pouco diferente dos conteúdos matemáticos do que aquela recebida durante a sua vida acadêmica. Nesse sentido, a formação docente deve proporcionar uma nova possibilidade, de forma que “os futuros professores precisam de um contexto que lhes permita olhar para os assuntos que vão ensinar de uma maneira diferente. Esse contexto pode ser fornecido pela história da matemática”⁴⁹ (FURINGUETTI, 2007, p. 131).

Na investigação desenvolvida por essa autora, em um programa de formação vinculado a um laboratório de educação matemática, 15 futuros professores participaram da experiência de elaborar uma sequência de atividades numa perspectiva histórica. Na pesquisa, a história da matemática não foi introduzida por si, mas como um elemento mediador do conhecimento para o ensino. O objetivo era fazer que os participantes refletissem a respeito do significado dos objetos matemáticos por meio dos momentos históricos de sua construção. Segundo a autora, essa reflexão tinha como foco promover nos futuros professores outro sentido para o ensino de matemática, contrário ao estilo de ensino passivo e focado na reprodução que eles vivenciaram como alunos (FURINGUETTI, 2007).

Essa reflexão, na perspectiva da autora, é relevante uma vez que os futuros professores apresentam uma tendência de reproduzir maneiras de ensinar matemática de sua trajetória como alunos. Essa questão foi salientada nas pesquisas sobre saberes docentes. Segundo Tardif (2002), uma das fontes de saberes do professor advém de sua experiência do que é ser professor enquanto aluno.

Dessa forma, a história da matemática pode conduzir o professor a refletir a respeito de novas possibilidades metodológicas, além daquelas com as quais ele já se habituou.

A autora (FURINGUETTI, 2007) ainda chama a atenção para a importância da articulação entre três componentes utilizados pelos professores na

⁴⁹ Oferecemos o trecho original: I argue that the prospective teachers need a context allowing them to look at the topics they will teach in a different manner. This context may be provided by the history of mathematics.

estruturação das sequências de ensino baseadas na história: os conceitos matemáticos propriamente ditos, a história do desenvolvimento de tais conceitos e a maneira pedagógica de concatenar esses elementos a fim proporcionar aprendizagem aos alunos.

Essa percepção vai ao encontro dos objetivos da nossa investigação. Estudar e estruturar abordagens pedagógicas por meio da história da matemática enriquece os conhecimentos do professor e o seu repertório de saberes. Os autores que discutimos apresentam diversos argumentos favoráveis à inserção da história da matemática na formação docente, como sendo um componente que colabora para a compreensão da natureza da matemática, dos conteúdos matemáticos, entre outros. Entretanto, compreendemos que o processo de pesquisa em história da matemática direcionada para a elaboração de abordagens pedagógicas é uma experiência que, quando vivenciada pelo professor, colabora para a construção de muitos tipos de saberes, que vão além daqueles proporcionados somente pelos estudos históricos.

Outro aspecto evidenciado pelas pesquisas diz respeito à formação docente no que tange aos estudos históricos propriamente ditos. São necessários ao professor alguns conhecimentos a respeito da metodologia que envolve tais estudos, como a importância da escolha de boas fontes (fontes primárias, sempre que possível, ou fontes secundárias de pesquisadores conceituados na área), a compreensão dos riscos de uma visão anacrônica da ciência, a perspectiva da história interna e da externa, algum conhecimento a respeito do pensamento filosófico, enfim, são conhecimentos próprios das investigações em história da matemática a que, muitas vezes, não têm acesso (RUBIN, 2001; FAUVEL; MANEEN, 2000).

Como já argumentamos anteriormente, ao optar por usar a história da matemática em sala de aula, o professor vai além de apenas apreender informações históricas. Toda essa adequação exige dele muitos outros conhecimentos, ou saberes, que envolvem a dimensão conceitual, epistemológica, pedagógica e experiencial. Para Schubring (2006), qualquer abordagem de ensino de matemática depende do professor e, portanto, este deveria ser o primeiro objeto de pesquisa. Entretanto, o autor aponta, em uma pesquisa realizada sobre o estado da arte das pesquisas em história no ensino e aprendizagem de matemática, que a questão da formação docente precisa ser mais estudada.

A partir desse panorama, nossa pesquisa tenta esclarecer algumas questões por meio de uma aproximação entre os conhecimentos teóricos a respeito da história da matemática e os saberes docentes mobilizados pelo professor, ou seja, como esses conhecimentos podem contribuir para o professor de matemática teorizar a sua prática em sala de aula. Dessa forma, nossa intenção é, no próximo tópico, explicitar alguns elementos dessa aproximação.

3.3 APROXIMAÇÕES ENTRE OS CONHECIMENTOS DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E OS SABERES DOCENTES

Nos estudos que fizemos a respeito dos saberes docentes, ficou evidenciado que, no exercício diário de sua profissão, são muitos os saberes que os professores mobilizam durante a sua prática e esses saberes provêm de fontes diversas.

Os autores discutidos durante a fundamentação teórica desta pesquisa apresentam algumas classificações para esses saberes, relacionando-os, por exemplo, ao conhecimento da disciplina, ao conhecimento das questões pedagógicas, curriculares, à própria prática, ao desenvolvimento cognitivo dos alunos, à cultura da profissão, entre outros.

Embora apresentem algumas nomenclaturas diferentes para a classificação dos saberes do professor, já vimos no capítulo anterior que as classificações dos autores apresentam uma significativa convergência e que todos eles concordam sobre a necessidade de estudar os saberes dos professores em situações efetivas de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, essa preocupação também é nossa, uma vez que a pesquisa que desenvolvemos procura estabelecer a relação entre os conhecimentos da história da matemática e os saberes docentes de professores que vivenciaram a prática de investigar, construir e aplicar abordagens históricas em turmas regulares de matemática. Ou seja, os professores sujeitos de nossa investigação vivenciaram todo esse processo investigativo, que culminou com a efetiva aplicação das propostas histórico-pedagógicas em sala de aula, visando à aprendizagem dos alunos sobre um determinado conceito.

Outro aspecto discutido pelas pesquisas em formação docente, mais pontualmente com relação à formação em serviço, é o fato de que, ao se deparar

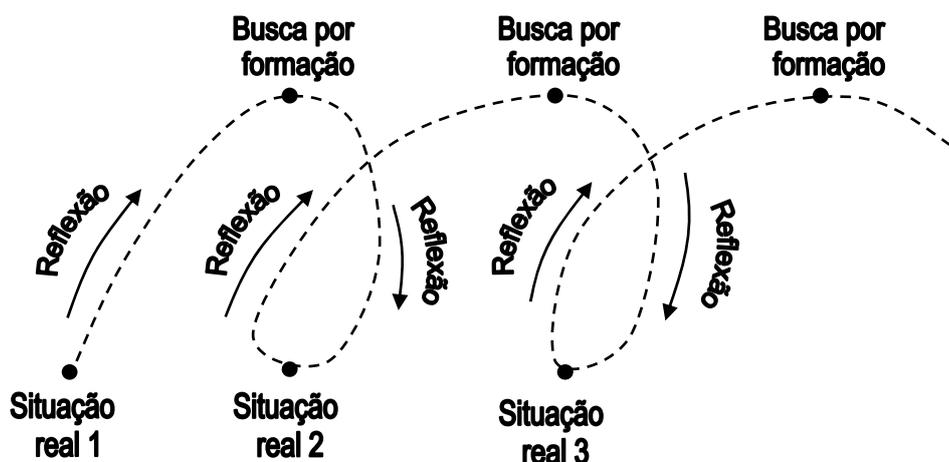
com as situações reais de ensino e aprendizagem que ocorrem diariamente nas salas de aula, o professor começa a perceber que a formação que teve não foi suficiente para atender à gama de variáveis que compõe esse processo tão complexo. A situação real de ensino é um elemento fundamental para a conscientização do professor de que ainda há muito a aprender, daí a necessidade de constante formação.

A prática profissional explicita ao professor algumas lacunas de formação que precisam ser supridas. Essa conscientização o leva a buscar novos elementos em sua formação que, juntamente com outros de sua prática, possibilitam novas posturas em sala de aula. Essa busca por formação pode ocorrer de várias maneiras: formais, como por meio de programas de formação estruturados por entidades como secretarias de educação, instituições de ensino superior, ou informais, nas quais o professor busca a solução para alguns impasses em conversas com professores mais experientes, ou por meio de leituras, entre outras (FIORENTINI; NACARATO; PINTO, 1999).

O fato é que há um movimento cíclico que envolve a profissão docente, em que o professor, quando não consegue atender às necessidades de sua atividade cotidiana, seja em relação aos conteúdos, às metodologias, aos problemas disciplinares, percebe que precisa buscar outras soluções. Essa insatisfação frente aos desafios do exercício profissional o instiga a procurar outras opções de formação, que contribuam para melhorar seu desempenho em sala de aula. Esses novos elementos podem ou não ser implementados em sua prática, mas de qualquer forma, o professor já tem algo a mais do que ele tinha antes, mesmo que não faça uso deles de forma explícita e consciente.

A prática, mais uma vez, evidencia outros problemas que exigem novas posturas do professor e que o conduzem a refletir sobre suas necessidades e procure, novamente, outras possibilidades. E esse movimento é contínuo e necessário para que o educador evolua tanto na sua formação quanto em sua atuação pedagógica. A figura a seguir ilustra essa ideia. Escolhemos uma espiral em vez de um círculo, pois concordamos que o docente não retorna sempre no mesmo ponto e nem as situações de ensino explicitam os mesmos problemas, mas há uma evolução constante nesse movimento.

Figura 2 – Espiral cíclica de formação docente



A situação real (situação real 1) de ensino e aprendizagem possibilita ao professor a reflexão sobre sua prática, que pode impulsionar a busca por formação. Essa formação recebida por ele, por sua vez, proporciona novas reflexões sobre sua prática e podem ou não ser aplicadas nas situações reais. Ele não volta para o mesmo ponto em que estava, a reflexão sobre sua ação e a busca por formação o conduzem a um outro ponto. Mas as situações reais são complexas (situação real 2), exigindo do mesmo outras reflexões que podem impulsioná-lo a novas buscas, num movimento evolutivo em sua formação. E esse movimento é contínuo, e podem colaborar para que o professor teorize sua prática pedagógica.

Como já citado, a busca por formação pode ocorrer de muitas maneiras, mas no caso específico do nosso estudo, os sujeitos buscaram uma formação em pesquisa, possibilitada por programas de Pós-graduação *stricto sensu* em instituições de ensino superior. E essa busca por uma formação complementar se deu em relação à história da matemática. Os conhecimentos históricos constituem uma opção, como já salientado pela ampla literatura. Não queremos com isso dizer que são a única opção possível, isso seria no mínimo leviano da nossa parte, mas concordamos que os conhecimentos históricos contribuem substancialmente para atender a essa busca por formação do professor e, conseqüentemente, para o enriquecimento de seu repertório de saberes.

A história da matemática traz, implícito em sua essência, o entendimento de questões importantes para o professor, epistemológicas, conceituais, procedimentais, entre outras. Além disso, ao se propor a construir uma

abordagem fundamentada na história para o ensino e aprendizagem de matemática, o professor também se depara com problemáticas pedagógicas fundamentais, que o conduzem para uma reflexão a respeito de sua formação docente.

Diante de toda essa discussão fundamentada nas pesquisas da área, nesta seção indicamos algumas possíveis relações entre os conhecimentos teóricos e metodológicos relativos à história da matemática e a construção dos saberes docentes, que elencamos a seguir:

- **A história da matemática contribui para a compreensão da natureza do conhecimento matemático.**

Em nossos estudos teóricos – Bicudo (1999), Charalambous, Panaoura e Philippou (2009), Barbin (2000), Bursal (2010) – pudemos perceber que muitos professores não apresentam uma compreensão adequada da sua ciência, no caso, a matemática. Apresentam a noção de um corpo de conhecimentos pronto, acabado, no qual não há revisões a serem feitas. Apresentam também a noção de uma ciência de caráter empírico, em que as interpretações são feitas apoiadas nas observações. Também têm a concepção de que os conteúdos, teorias, leis, entre outros, são “descobertos” por pessoas geniais, com pouca colaboração entre os pares. Além disso, concebem uma ciência livre de influências sociais, culturais e políticas.

Essas concepções a respeito da natureza da ciência tendem a influenciar a postura pedagógica do professor em sala de aula, ou seja, mesmo de forma implícita e pouco consciente, o professor acaba perpetuando tais concepções em sua prática.

A formação matemática recebida por muitos professores não contempla essas importantes questões. O professor acaba chegando à sala de aula com uma visão pouco adequada de como ocorre a atividade científica, como se desenvolve uma teoria, como se dão as evoluções, os paradigmas, porque em um dado momento há uma aparente estagnação ou estabilidade do conhecimento e em outros um avanço muito grande. Ou seja, são questões filosóficas importantes que os estudos baseados na história da matemática podem suscitar e auxiliar a esclarecer (BATISTA; SAMPAIO, 2006).

Uma prática muito comum é a criação de “mitos” na ciência e também o uso de “anedotas” em salas de aula. Essa prática pode levar o aluno a uma compreensão distorcida de como a ciência se desenvolve. Um professor que teve a oportunidade de conhecer, por meio da história, como se dá esse processo, certamente não repetirá em suas aulas esses equívocos.

Nessa perspectiva, proporcionar uma melhor compreensão da natureza da matemática requer do professor o exercício da reflexão filosófica acerca do conhecimento científico e também de sua atuação profissional. Os conhecimentos relacionados à natureza do conhecimento matemático podem colaborar para apropriação do professor de saberes relacionados à disciplina que ensina, uma vez que melhora a sua visão e compreensão da natureza do conhecimento matemático.

- **A história da matemática contribui para a compreensão dos conteúdos matemáticos.**

Remetendo-nos à fundamentação teórica de nossa pesquisa, nos cursos de formação inicial dos professores de matemática, na maioria das vezes, o foco é mais direcionado para a parte estrutural da matemática, ao rigor da linguagem, ou seja, ao domínio conceitual e procedimental da matemática.

Embora algumas pesquisas indiquem essas falhas de formação, nossa preocupação vai além do conhecimento conceitual e procedimental, pois, ao se deparar com as situações reais de ensino e aprendizagem, o professor percebe alguns aspectos limitadores dessa compreensão, sente dificuldade em justificar os conhecimentos junto aos alunos, não conhece seus fundamentos epistemológicos e filosóficos, o que ocasiona uma atuação pedagógica voltada para a reprodução daquilo que ele recebeu como aluno de matemática.

Ao estudar um determinado conceito, a partir de uma abordagem histórica, o professor pode caminhar para uma compreensão de como aquele conceito foi sendo desenvolvido, quais os elementos conceituais necessários para a sua compreensão, quais são os pontos de maior dificuldade, por que eles foram importantes naquela época, por que são importante hoje, quais eram as necessidades para o desenvolvimento daquele dado conceito, entre outros – Batista

e Luccas (2004), Miguel (2005), Matthews (1995), Bursal (2010), Brito e Carvalho (2009), Furingueti (2007).

Essa compreensão extrapola aquela recebida durante a sua formação, ocasionando um entendimento mais amplo e significativo do conteúdo matemático, o que trará benefícios para suas aulas. Ao desenvolver um conteúdo com seus alunos, o professor pode oferecer muito mais do que fórmulas e exercícios, desde que ele tenha conhecimento para isso.

Assim, os conhecimentos advindos dos estudos históricos dos conceitos matemáticos são relevantes para o professor, uma vez que contribuem para a apropriação de saberes relativos aos conceitos matemáticos que ensina e pedagógicos, pois o conduz na reflexão de sua ação docente e na necessidade de embasá-la cientificamente.

- **A história da matemática contribui para a formação metodológica do professor.**

Como vimos, a pesquisa histórica exige uma série de cuidados metodológicos, como a seleção de fontes adequadas, o cuidado com anacronismos, a observação e identificação de obstáculos ou dificuldades, entre outros. Além disso, ao elaborar uma abordagem histórica para ensinar algum conteúdo matemático, o professor precisa ter cuidados metodológicos, só que de caráter pedagógico, como adequar o material histórico ao nível de desenvolvimento dos seus alunos, ao tempo disponível para tal, certificar-se de que a proposta colabore efetivamente para a aprendizagem, entre outros – Dass (2005), Fried (2008), Cury e Motta (2008), Carvalho (2000).

Ao se propor a desenvolver abordagens históricas com seus alunos, o professor utiliza conhecimentos que vão além dos históricos ou dos conceituais relacionados ao conteúdo. Ele utiliza também conhecimentos pedagógicos vindos de estudos teóricos e também de sua prática, a fim de tornar factível o uso daquelas informações históricas em sala de aula. Como já dissemos, essa não é uma tarefa trivial, exige e relaciona entre si diversos conhecimentos metodológicos. Ou seja, ele precisa realizar uma série de escolhas e adequações entre diferentes perspectivas metodológicas e conceituais para atingir o seu objetivo: proporcionar aprendizagem de matemática.

Os conhecimentos metodológicos que o docente desenvolve ao fazer uma abordagem histórica podem contribuir com os saberes de sua disciplina, de sua experiência, com os saberes da pedagogia, pois podem ser incorporados à sua prática e aos conhecimentos de sua disciplina.

- **A história da matemática contribui para a visão interdisciplinar do professor.**

A questão da interdisciplinaridade⁵⁰ vem sendo muito debatida na comunidade acadêmica, que ressalta a necessidade da superação daquela visão compartimentada das áreas do conhecimento. A história da matemática já guarda em si esse caráter interdisciplinar. Temos, num eixo, o estudo histórico e suas especificidades; em outro encontramos as questões filosóficas; e ainda temos o eixo relativo ao conhecimento matemático e suas características, que são diferentes de outras ciências. Então, trabalhar com história da matemática já pressupõe uma postura interdisciplinar.

Além disso, os estudos históricos proporcionam uma visão mais ampla do conhecimento matemático, em contraste com a visão especializada – e por vezes compartimentada – da formação inicial. Essa visão permite que o professor, por meio dos estudos históricos, observe as relações existentes entre as várias áreas do conhecimento científico e como os conhecimentos de uma área podem contribuir para o desenvolvimento de outras. Muitas vezes, o professor não consegue perceber esse caráter interdisciplinar da ciência, e os estudos históricos podem contribuir para isso – Batista (2009), Tzanakis e Arcavi (2000), Grugnetti e Rogers (2000).

Mas ainda é importante, e fundamental, salientar a interface com os conhecimentos pedagógicos do professor. Ao estudar e desenvolver uma abordagem histórica para o ensino, o professor percebe a necessidade da aproximação de todas essas áreas, como já nos referimos nas questões metodológicas. Então há um caráter interdisciplinar inerente à própria natureza da

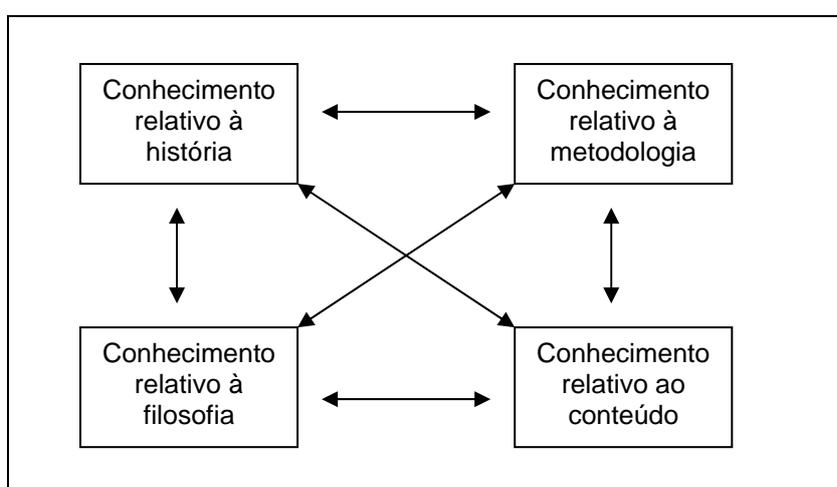
⁵⁰ Segundo Lavaqui e Batista (2007), a conceituação de interdisciplinaridade não apresenta uma definição estável, associada a diferentes concepções epistemológicas. Salientamos que, nessa pesquisa, a compreensão que temos de interdisciplinaridade refere-se às interações possíveis e existentes entre duas ou mais disciplinas, cuja interação pode ir desde a simples comunicação de ideias até a integração mútua de conceitos, promovendo enriquecimentos mútuos.

história da matemática; há a relação entre os conhecimentos matemáticos e outras áreas, como a física, engenharias, geografia, economia, entre outras; e ainda há a relação com os conhecimentos de natureza pedagógica.

Por essas características, consideramos essa vocação interdisciplinar da história da matemática direcionada à educação matemática fundamental para a formação do professor, podendo colaborar para que ele aproprie muitos saberes, como os disciplinares, pedagógicos, curriculares e experienciais propostos por Tardif (2002), por exemplo.

A questão da interdisciplinaridade engloba e relaciona todas as outras apresentadas e discutidas por nós e pelos autores que nos fundamentam e que já citamos anteriormente. A figura que apresentamos a seguir procura sintetizar o caráter interdisciplinar da construção de uma abordagem histórica para o ensino de matemática:

Figura 3 – Caráter interdisciplinar da construção de uma abordagem histórica para o ensino de matemática



As questões relacionadas à experiência prática do professor apresentam relevância no âmbito das pesquisas em formação docente. A vivência de uma sala de aula, as tomadas de decisões, as dificuldades encontradas no processo de ensino e de aprendizagem fornecem ao professor uma oportunidade de reflexão. Entretanto, as questões teóricas também estão presentes nesse processo, uma vez que o próprio processo de reflexão se faz a partir das experiências do professor, que englobam também componentes teóricos recebidos durante o seu processo de formação. Dessa forma, a experiência prática do professor pode

conduzi-lo a refletir a respeito da necessidade de buscar novos elementos teóricos que o auxiliem nas demandas de sua ação docente. O conhecimento prático pode ser uma mola propulsora para a busca de conhecimento teórico.

A sala de aula tem o poder de evidenciar ao professor uma série de lacunas em sua formação, mas que só percebeu quando esteve diante das experiências práticas. Este é um importante momento para que o mesmo se conscientize de que um bom desenvolvimento prático é também composto por conhecimentos teóricos. É o momento de o professor ir em busca de conhecimentos que ele considera importantes, pois podem melhorar a sua atuação frente aos alunos, sejam conhecimentos relacionados ao próprio corpo teórico de sua disciplina, sejam novas metodologias de ensino que proporcionem melhores resultados em sala de aula, ou uma compreensão mais adequada do desenvolvimento cognitivo de seus alunos, entre outros.

Munido de novos conhecimentos que compõem os diversos saberes do professor, ele vivencia outra oportunidade de experiência prática, agora com um arcabouço teórico mais aprimorado, que certamente vai conduzir a novas vivências e novas reflexões sobre sua ação, e compreendemos que a história da matemática pode ser um componente contributivo nesse processo.

4 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Este capítulo visa apresentar os caminhos percorridos durante a investigação, desde os estudos teóricos realizados, a pesquisa empírica com a coleta de dados para compor o *corpus*, bem como o processo de análise e interpretação dos dados coletados.

Este estudo está inserido no âmbito de pesquisa qualitativa em educação matemática. Na concepção de Bogdan e Biklen (1994) e de Lüdke e André (1986), esse tipo de investigação apresenta uma natureza descritiva, na qual os pesquisadores têm um interesse maior no processo e nos seus significados do que nos resultados ou produtos.

Encontramos também em Garnica que, nas pesquisas qualitativas, “a constituição das compreensões do investigador dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re)configurados” (GARNICA, 2004, p. 86). Esse autor chama ainda a atenção para a não neutralidade do investigador, que “no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvencilhar” (GARNICA, 2004, p. 86). Recorrendo a D’Ambrosio (2004), encontramos que as pesquisas qualitativas têm como objetivo entender e interpretar dados e discursos acerca de seu foco de estudo.

É com esse enfoque que desenvolvemos a investigação, buscando construir novas compreensões do nosso objeto de estudo, com base em nossas experiências e nos referenciais teóricos que nos subsidiam.

De acordo com Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 78), o processo de pesquisa se caracteriza por ser dinâmico, “constituído por um movimento constante de idas e vindas que não flui linearmente”, mas podemos descrever as principais etapas para efeito de orientação do leitor. No caso de nossa pesquisa não foi diferente, a todo tempo retomamos os estudos teóricos, delimitando melhor o nosso problema, sistematizando mais adequadamente a análise, buscando sempre aproximar os dados empíricos dos referenciais teóricos estudados, permitindo a evolução das compreensões obtidas.

Com a finalidade de melhor descrever esses procedimentos metodológicos utilizados, este capítulo está organizado em três seções. Na primeira, explicitamos os estudos teóricos realizados que subsidiam a pesquisa, bem como a

delimitação do tema estudado. Na segunda seção, descrevemos como se deu o processo de coleta de dados e informações da pesquisa de campo e, na última, procuramos apresentar o processo de análise e sistematização dos dados coletados e a constituição das categorias temáticas.

4.1 ESTUDOS TEÓRICOS E DELIMITAÇÃO DO TEMA DA PESQUISA

O interesse pelos estudos a respeito de história e filosofia da ciência surgiu durante a realização do mestrado. Nessa ocasião, ao fazer parte de um grupo de pesquisa⁵¹ sobre esse tema, tivemos contato com várias leituras que possibilitaram uma compreensão do que é pesquisa em história e filosofia da ciência na educação científica e matemática. Além disso, a realização da investigação relativa ao mestrado versava a respeito da investigação, construção e elaboração de uma abordagem histórica para o ensino de conceitos científicos nas séries iniciais do ensino fundamental.

A realização dessa pesquisa nos possibilitou, além dos estudos teóricos já referidos, a reflexão a respeito de questões metodológicas que circundam a utilização da história e filosofia da ciência no ensino de ciência e matemática. Essa reflexão, juntamente com os aportes teóricos por nós estudados a respeito das potencialidades de sua utilização em sala de aula e da formação adequada do professor para efetivar esse uso, conduziu-nos para a realização deste estudo.

A partir disso, iniciamos um levantamento bibliográfico com o intuito de encontrar livros, artigos científicos, teses, dissertações e outros materiais que de alguma forma pudessem colaborar para nossos estudos teóricos e para a delimitação do tema e construção da nossa problemática.

Esse processo, como já salientamos, não foi linear; ao contrário, à medida que os estudos teóricos avançavam, nossa percepção acerca da problemática da pesquisa também evoluía. A revisão de literatura nos permitiu selecionar mais adequadamente o que era realmente importante para os nossos objetivos.

Baseamos nossos estudos teóricos nos debates a respeito da formação do professor e na construção de seus saberes docentes, recorrendo a

⁵¹ Grupo de pesquisa IFHIECEM (Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação em Ciências e Matemática) da Universidade Estadual de Londrina.

estudos no âmbito nacional e internacional. Essa leitura nos possibilitou a compreensão das questões discutidas pela literatura, principalmente no que diz respeito aos saberes e conhecimentos necessários para o professor no exercício de sua profissão. A partir daí, como nosso objetivo era a formação de professores de matemática, buscamos pesquisas que abordassem a questão dos saberes docentes no âmbito da educação matemática. Realizamos um levantamento em busca de fontes que apresentassem essa discussão, que contribuíssem para delimitar um pouco mais o nosso foco.

Outro tema relacionado à nossa investigação, que também buscamos nos estudos teóricos, diz respeito ao uso da história da matemática nas aulas de matemática. A literatura é vasta em discutir as potencialidades e limitações desse uso, bem como a formação do professor de matemática para trabalhar com ela em sala de aula. Entretanto, observamos que esses estudos não haviam ainda escutado o professor que realizou pesquisa em história da matemática com a finalidade de aplicá-la em sala de aula.

Sendo assim, consideramos que o processo de análise e categorização por nós elaborado nessa investigação apresenta um diferencial em relação às pesquisas em história da matemática e em saberes docentes, uma vez que a análise por nós realizada considerou o discurso de professores que vivenciaram a experiências de pesquisar, construir e aplicar uma abordagem histórica em sala de aula.

Diante dos estudos teóricos realizados e da experiência da pesquisadora em construir uma abordagem histórica para ser aplicada em sala de aula, conseguimos estruturar uma questão norteadora para a pesquisa: compreender a relevância da história da matemática na construção dos saberes docentes do professor de matemática que vivenciaram a experiência de pesquisar, construir e aplicar uma abordagem histórica em sala de aula.

No início de uma pesquisa, o investigador, muitas vezes, não tem ainda de maneira clara uma questão norteadora, ele necessita de leituras pertinentes ao tema que vão conduzindo para a formulação de uma questão. Segundo Araújo e Borba,

O processo de construção da pergunta diretriz de uma pesquisa é, na maioria das vezes, um longo caminho, cheio de idas e vindas, mudanças de rumos, retrocessos, até que, após certo período de amadurecimento, surge a pergunta (2004, p. 27).

No caso de nossa investigação, esse processo não foi diferente. A questão norteadora sofreu mudanças e avanços que foram possibilitados à medida do nosso amadurecimento, das discussões com o grupo de pesquisa e por meio da participação em eventos.

Os estudos teóricos também possibilitaram definir alguns eixos de articulação entre os conhecimentos teóricos e metodológicos relativos à história da matemática e a construção dos saberes docentes, que foram apresentados e discutidos na seção 3.3, que rerepresentamos a seguir:

- **A história da matemática contribui para:**
 - a) a compreensão da natureza do conhecimento matemático;**
 - b) a compreensão dos conteúdos matemáticos;**
 - c) a formação metodológica do professor e**
 - d) a visão interdisciplinar do professor.**

Esses temas serviram como ponto inicial para a construção do roteiro de entrevista semiestruturada e para análise dos dados obtidos, pois foram utilizados como eixos norteadores nesse processo.

O processo de análise e estruturação das categorias temáticas se deu por meio da articulação entre os eixos apresentados e os dados empíricos. Os eixos norteadores serviram como um guia inicial no processo de análise, entretanto, os dados empíricos evidenciaram outros elementos que os complementam e que apresentamos mais adiante.

4.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO

De acordo com Moraes e Galiazzi (2007), as pesquisas qualitativas, cada vez mais, vêm utilizando a análise textual na busca pela compreensão dos fenômenos investigados. Para Navarro e Días (1999, p. 177), “as análises textuais delimitam um grande campo metodológico” que vem demonstrando relevância nas

pesquisas qualitativas. Tais análises buscam realizar uma tarefa interpretativa dos fenômenos estudados e apoiam-se nas várias formas da expressividade humana:

Os diversos modos de expressividade humana se organizam como linguagens, entendendo este conceito em um sentido amplo. Uma linguagem é um sistema de formas expressivas, que pertencem a, e configuram, um certo modo da expressividade humana. [...] Neste ponto de vista, seriam linguagens não só a linguagem verbal, mas também os peculiares sistemas de gestos que desenvolve cada cultura, os estilos artísticos, as formas de vestir, os jogos, etc⁵² (NAVARRO; DÍAS, 1999, p. 178).

Nesse sentido, é possível considerar que as expressões verbais, tanto orais como escritas, constituem o *corpus* das análises textuais. Além disso, outras formas de expressão podem ser objeto de análise, pois podem ser compiladas, comparadas, classificadas em busca de novas interpretações.

Duas importantes metodologias de análise textual têm sido usadas com frequência nas pesquisas qualitativas: a análise de conteúdo e a análise de discurso.

A problemática da nossa investigação situa-se numa perspectiva qualitativa, na qual buscamos descrever e interpretar o discurso de professores de matemática frente à construção de seus saberes docentes. Nossos dados, que compõem o *corpus* da análise, são entrevistas provenientes da fala dos professores. Nossa preocupação é analisar, de forma profunda e sistematizada, com base nos referenciais que fundamentam nossa pesquisa, os discursos dos professores.

Elegemos como metodologia de análise de dados a análise de conteúdo, pois esta possibilita uma interpretação dos dados que “oscila entre os dois pólos do rigor da objetividade e da fecundidade da subjetividade” (BARDIN, 2004, p. 7), atendendo aos objetivos de nossa investigação. Dessa forma, neste capítulo, vamos fundamentar a análise de conteúdo nos aportes teóricos e metodológicos propostos por Bardin (2004).

A análise de conteúdo busca a interpretação dos discursos por meio de uma análise sistematizada das comunicações. No prefácio de seu livro, Bardin

⁵² Oferecemos o trecho original: Los diversos modos de la expresividad humana se organizan como *lenguajes*, entendiendo este concepto em sentido amplio. Um lenguaje es un sistema de formas expresivas, que pertenecen a, y configuran, un cierto modo de la expresividad humana. [...] Desde este punto de vista, serían lenguajes no sólo el lenguaje verbal, sino también los peculiares sistemas de gestos que desarrolla cada cultura, los estilos artísticos, las formas de vestir, los juegos, etc.

(2004, p. 7) define que, atualmente, a análise de conteúdo é “um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a ‘discursos’ (conteúdos e continentes) extremamente diversificados”. Em outras palavras, podemos compreender a análise de conteúdo como

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2004, p. 37).

Para isso, é necessário que o pesquisador extrapole aquela primeira leitura do texto, atingindo um nível interpretativo, de forma que a análise de conteúdo atue como um “filtro epistemológico que restringe o conjunto das interpretações possíveis, em relação a um determinado corpus textual, dentro de certo marco teórico”⁵³ (NAVARRO; DÍAS, 1999, p. 181).

Segundo uma outra definição, apresentada por Moraes (1999), a análise de conteúdo não constitui apenas uma técnica de análise de dados, mas uma metodologia de pesquisa profícua para as investigações qualitativas na área da educação:

A análise de conteúdo constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, 1999, p. 9).

Como metodologia de pesquisa, a análise de conteúdo compreende alguns procedimentos que devem ser observados pelo investigador. Esse cuidado metodológico é necessário para assegurar não somente o rigor da análise, mas também as possibilidades de interpretações diante do material analisado. Dessa forma, na próxima seção, vamos apresentar um breve histórico da evolução teórica e metodológica da análise de conteúdo.

⁵³ Oferecemos o trecho original: [...] filtro epistemológico que constriñe el conjunto de las interpretaciones posibles, em relación con un determinado corpus textual, dentro de un cierto marco teórico.

4.2.1 Evolução teórica da Análise de Conteúdo

Segundo Bardin (2004), a prática de interpretar textos (hermenêutica) é muito antiga, realizada muito antes de termos as técnicas atuais de análise. Havia uma preocupação em desvendar mensagens com mais de um sentido, que só pode ser atingida por meio de um estudo profundo:

Por detrás do discurso aparente geralmente simbólico e polissêmico esconde-se um sentido que convém desvendar. A interpretação dos sonhos, antiga ou moderna, a exegese religiosa (em especial da Bíblia), a explicação crítica de certos textos literários, até mesmo de práticas tão diferentes como a astrologia ou a psicanálise relevam de um processo hermenêutico (BARDIN, 2004, p. 12).

Como exemplos de estudos que recorreram a algum tipo de análise, Bardin (2004) cita um estudo sobre hinos religiosos realizado na Suécia por volta de 1640, cujo objetivo era observar os efeitos dos mesmos nos luteranos; o estudo realizado pelo francês B. Bourbon, entre os anos de 1888-1892, a respeito da expressão das emoções e das tendências da linguagem, no qual analisou uma parte da Bíblia (o Êxodo) de uma forma “relativamente rigorosa, com uma preparação elementar do texto e classificação temática das palavras-chave” (BARDIN, 2004, p. 12). Outro estudo mostrado pela autora, realizado pelos pesquisadores Thomas e Znaniecki sobre a integração dos emigrantes polacos na Europa, contou com uma técnica elementar de análise de conteúdo.

Como vimos, são muitas as situações nas quais os discursos podem ser estudados e interpretados. Essa característica interpretativa continua presente na análise de conteúdo, entretanto deve ser sustentada por alguns procedimentos técnicos.

Foi nos Estados Unidos, no início do século XX, que a análise de conteúdo se desenvolveu. Nessa época, a preocupação era centrada nas medidas, e os textos estudados eram os jornalísticos.

A Escola de Jornalismo de Colúmbia dá o pontapé de saída e multiplicam-se assim os estudos quantitativos dos jornais. É feito um inventário das rubricas, segue-se a evolução de um órgão de imprensa, mede-se o grau de “sensacionalismo” dos seus artigos, comparam-se os semanários rurais e os diários citadinos. Desencadeia-se um fascínio pela contagem e pela medida (superfície dos artigos, tamanho dos títulos, localização na página) (BARDIN, 2004, p. 13).

Podemos perceber que, durante essa fase da análise de conteúdo, o rigor científico era determinado pelas medições (cálculo de frequências), expondo um caráter quantitativo das pesquisas realizadas.

A partir da Segunda Guerra, surgem as análises das propagandas. “O primeiro nome que de fato ilustra a história da análise de conteúdo é o de H. Lasswell: fez análises de imprensa e de propaganda desde 1915, aproximadamente” (BARDIN, 2004, p. 13). As análises são pautadas no behaviorismo, que fundamenta as ciências psicológicas da época nos Estados Unidos. O foco das pesquisas é descrever o comportamento como resposta a um estímulo de forma rigorosa e científica.

Embora o nascimento da análise de conteúdo provenha da mesma demanda da linguística, elas desenvolvem-se durante muito tempo por caminhos muito diferentes, apesar de ambas trabalharem com a linguagem.

Durante o período da Segunda Guerra Mundial, observamos nos Estados Unidos um destaque no desenvolvimento da análise de conteúdo. Os estudos desenvolvidos preocupam-se com questões políticas e com os conflitos da época, como, por exemplo, a análise de jornais e periódicos suspeitos de propaganda subversiva. Aumenta o número de pesquisadores especializados em análise de conteúdo e o seu domínio de aplicação também é ampliado, como a análise de um romance e a análise de cartas.

No final dos anos de 1950, a análise de conteúdo é marcada por regras metodológicas elaboradas por Berelson e Lazarsfeld, que a apresentam como uma técnica de investigação cujo foco é a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo presente nas comunicações.

Nos Estados Unidos, “esta concepção e as condições muito normativas e limitativas de funcionamento da análise de conteúdo foram complementadas, questionadas e ampliadas pelos trabalhos posteriores” (BARDIN, 2004, p. 16).

De qualquer forma, essa preocupação com o rigor científico das análises (amostras reunidas de maneira sistemática, validação dos procedimentos e resultados, fidelidade dos codificadores e produtividade da análise) foi significativa para o avanço da análise de conteúdo.

A análise de conteúdo experimentou, entre os anos de 1950-1960, um período de bloqueio e desinteresse. A partir de uma conferência sobre

problemas da psicolinguística realizada em 1955, cujos trabalhos foram publicados em 1959, observou-se que pesquisadores provenientes de muitas áreas começaram a se interessar pela análise de conteúdo e que novas perspectivas metodológicas iam surgindo na tentativa de solucionar os problemas ainda não resolvidos. Segundo Bardin,

A análise de conteúdo entra, de certo modo, numa segunda juventude. A etnologia, a história, a psiquiatria, a psicanálise, a linguística, acabam-se por se juntar à sociologia, à psicologia, à ciência política, aos jornalistas, para questionarem estas técnicas e propor a sua contribuição (BARDIN, 2004, p. 18).

A partir das contribuições de outras áreas, a análise de conteúdo vai avançando metodológica e epistemologicamente. Com essas contribuições, a análise de conteúdo não é mais considerada apenas em sua dimensão descritiva, mas também com a função de inferência. As discussões acerca da abordagem quantitativa e da qualitativa em relação às pesquisas também estão presentes na análise de conteúdo.

Na análise quantitativa, o que serve de informação é a *frequência* com que surgem certas características do conteúdo. Na análise qualitativa é a *presença* ou a *ausência* de uma dada característica de conteúdo ou de um conjunto de características num determinado fragmento de mensagem que é tomado em consideração (BARDIN, 2004, p. 18).

Além dos avanços metodológicos, dois aspectos foram importantes para impulsionar a análise de conteúdo: a menor rigidez com relação à exigência da objetividade pautada na minúcia da análise de frequências e maior aceitação da combinação entre a compreensão clínica e a contribuição da estatística.

A partir de 1960, com o surgimento da informática, aparecem novas possibilidades para a análise de conteúdo. A adaptação dessa análise ao uso do computador proporciona uma série de reflexões e discussões no que se refere às causas e efeitos da comunicação. Se por um lado o uso do computador permite o tratamento de quantidades de dados que antes era impossível manipular manualmente, por outro abre espaço para questões a respeito da ponderação e organização das unidades de registro, a definição mais precisa das unidades, entre outros (BARDIN, 2004).

No final dos anos de 1960, as relações da semiologia e da linguística afetam a análise de conteúdo, trazendo algumas contribuições, mas também alguns conflitos:

Esta evolução geral técnica (utilização do computador) e metodológica (prosseguimento das investigações dos anos anteriores) é interna ao desenvolvimento da análise de conteúdo. Nos anos 60, outras tendências, desta vez externas, afetam o seu desenvolvimento. Trata-se do florescimento, e até da “invasão” do campo científico por disciplinas afins, tais como a semiologia e a linguística (BARDIN, 2004, p. 21).

No que diz respeito à semiótica, a consideração de novos objetos como a imagem, a tipografia, a música, entre outros, e de seus fundamentos teóricos baseados no estruturalismo, na psicanálise, por exemplo, traz um novo dinamismo para as pesquisas, desestabilizando o movimento linear da análise de conteúdo.

Com relação à linguística, “a análise de conteúdo é confrontada (e eventualmente comparada) com uma disciplina solidamente constituída e metodologicamente confirmada, mas em que a finalidade é diferente” (BARDIN, 2004, p. 22). Diante desses impasses, a análise de conteúdo protegeu-se e prosseguiu basicamente em sua perspectiva.

No que se refere ao seu campo de atuação, a análise de conteúdo pode servir como instrumento para diversificadas pesquisas das ciências humanas que envolvem a comunicação. Segundo Moraes,

A matéria-prima da análise de conteúdo pode constituir-se de qualquer material oriundo de comunicação verbal ou não-verbal, como cartas, cartazes, jornais, revistas, informes, livros, relatos auto-biográficos, discos, gravações, entrevistas, diários pessoais, filmes, fotografias, vídeos, etc. Contudo os dados advindos dessas diversificadas fontes chegam ao investigador em estado bruto, necessitando, então, ser processados para, dessa maneira, facilitar o trabalho de compreensão, interpretação e inferência a que aspira a análise de conteúdo (MORAES, 1999, p. 10).

Uma vez que a análise de conteúdo procura compreender as comunicações além do que está explicitado, exige algumas regras que devem seguir dois objetivos: a superação da incerteza, no sentido de que a análise feita não apresenta um caráter muito pessoal, podendo ser válida e generalizável; e o enriquecimento, ou seja, contribuir efetivamente para novas compreensões além dos seus significados imediatos.

A análise de conteúdo apresenta duas funções: uma heurística e a outra de administração da prova. Na definição de Bardin:

- uma *função heurística*: a análise de conteúdo enriquece a tentativa exploratória, aumenta a propensão à descoberta. É a análise de conteúdo “para ver o que dá”.
- uma *função de “administração da prova”*. Hipóteses sob a forma de questões ou de afirmações provisórias servindo de diretrizes apelarão para o método de análise sistemática para serem verificadas no sentido de uma confirmação ou de uma infirmação. É a análise de conteúdo “para servir de prova” (BARDIN, 2004, p. 25).

Essas funções podem coexistir, uma complementando a outra. A análise de conteúdo é um processo muito empírico, que não possui um único delineamento, mas existem algumas regras básicas, como a delimitação do campo de estudo, a descrição analítica e a inferência. A análise de conteúdo é um conjunto de técnicas de análise das comunicações, portanto seu campo de atuação é bem vasto, constituindo os mais diferentes tipos de comunicação, como já salientamos anteriormente.

A descrição analítica busca o tratamento da informação contida nas mensagens, “funciona segundo procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens” (BARDIN, 2004, p. 29). O tratamento descritivo constitui apenas a primeira fase do procedimento, sendo que outras disciplinas que estudam a linguagem ou a informação, como a linguística, também são descritivas. Mas a análise de conteúdo não se satisfaz apenas com a descrição dos conteúdos das mensagens, é necessário que o analista possa inferir conhecimentos a partir do material analisado, trazendo contribuições para alguma área do conhecimento.

Para atingir o caráter sistemático e objetivo da análise, o processo de construção de categorias deve obedecer a algumas regras básicas, “embora estas regras sejam, de fato, raramente aplicáveis” (BARDIN, 2004, p. 31). As categorias devem ser homogêneas (não misturar temas diferentes); exaustivas (esgotar a totalidade do texto); exclusivas (um mesmo elemento não pode ser classificado em duas categorias diferentes); e adequadas ou pertinentes (coerentes com o conteúdo e os objetivos da pesquisa).

O trabalho de fragmentação do texto é feito pelo analista. É ele que delimita as unidades de codificação ou as de registro, que podem ser uma palavra, uma frase, dependendo do material analisado. Esse procedimento pode ser

denominado de análise categorial, e consiste na classificação dos elementos constitutivos do texto de acordo com as categorias, de forma objetiva e sistemática.

Mas essa prática não é suficiente para a análise de conteúdo, que busca não somente a descrição dos elementos, mas sim o que eles podem nos ensinar após o tratamento. Dessa forma, a finalidade de qualquer análise de conteúdo “é a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção (ou, eventualmente, de recepção), inferência esta que recorre a indicadores (quantitativos ou não)” (BARDIN, 2004, p. 34).

Se a primeira etapa da análise é a descrição das características do texto e a interpretação é a última etapa, podemos considerar que a inferência é o procedimento intermediário que possibilita a passagem de uma etapa à outra, de forma explícita e controlada. A análise de conteúdo reside na articulação entre

- a *superfície dos textos*, descrita e analisada (pelo menos alguns elementos característicos) e
- os *fatores que determinaram estas características*, deduzidas logicamente (BARDIN, 2004, p. 35-36).

Em síntese, pertence ao domínio da análise de conteúdo qualquer análise que promova a explicitação e sistematização do conteúdo das mensagens, de forma objetiva e sistematizada, a partir de um conjunto de técnicas que se complementam, com a finalidade de atingir uma interpretação fundamentada. Dessa forma, como opção metodológica para nossa pesquisa, complementamos nosso texto apresentando as etapas que devem ser observadas no processo de análise. Assim, na próxima seção nos dedicamos a explicitar o processo que constitui a análise de conteúdo, na perspectiva de Bardin (2004).

4.2.2 Etapas de Análise

As pesquisas qualitativas buscam compreender os fenômenos que estudam, realizando uma análise criteriosa e rigorosa de seu objeto de investigação, reconstruindo conhecimentos a partir dos temas estudados. Dessa forma, é necessário que alguns delineamentos sejam feitos a fim de conferir rigor e critério para a análise realizada.

Para Bardin (2004), a organização da análise é muito importante e inicia-se com a seleção do material a ser analisado (o *corpus*), a exploração do

material, de acordo com as hipóteses e objetivos da pesquisa, o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação possibilitada por meio da análise. A seguir, abordamos mais detalhadamente cada um desses focos que constituem a análise de conteúdo.

4.2.2.1 A organização da análise

Essa fase envolve a organização da análise, que apresenta componentes da intuição do analista, mas que também deve ter coerência com os objetivos da pesquisa e uma precisão no encadeamento da análise. Para Bardin, essa etapa corresponde a

[...] um período de intuições, mas tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise (BARDIN, 2004, p. 89).

São três fatores que compõem essa fase: a escolha dos documentos que serão analisados; a formulação das hipóteses e objetivos do estudo e a elaboração de indicadores que vão fundamentar a interpretação dos dados.

Segundo Bardin, esses elementos não obedecem a uma ordem cronológica, mas se relacionam entre si: “a escolha de documentos depende dos objetivos, ou, inversamente, o objetivo só é possível em função dos documentos disponíveis; os indicadores serão construídos em função das hipóteses” ou inversamente (BARDIN, 2004, p. 89). O analista deve estar atento a esses elementos e à relação entre eles, revisitando-os, reelaborando-os a todo o tempo.

A pré-análise configura-se pela exploração não estruturada e, ao mesmo tempo, sistemática dos documentos que pode envolver, de acordo com Bardin (2004):

a) *A leitura flutuante*: é o primeiro contato do analista com os documentos que se propõe a analisar. Nesse contato, o pesquisador conhece o texto e deixa-se invadir por suas primeiras impressões. Mas, pouco a pouco, a leitura torna-se mais precisa, em função das hipóteses, dos pressupostos teóricos que guiam o analista.

- b) *A escolha dos documentos*: os documentos selecionados devem fornecer informações a respeito do tema estudado, pois vão compor o *corpus* da pesquisa. Na perspectiva de Bardin (2004, p. 90), o “*corpus* é o conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos”.
- c) *A formulação de hipóteses e objetivos*: ao levantar hipóteses, o pesquisador supõe algumas afirmações que pretende estudar a fim de confirmá-las ou não, por meio dos procedimentos de análise. Em se tratando de pesquisas qualitativas, podemos compreender que as hipóteses do pesquisador são interrogações, dúvidas, curiosidades que o mesmo possui a respeito de determinado fenômeno e que pretende compreender melhor. Não se trata apenas de confirmar ou refutar hipóteses, mas de compreender o problema estudado. Os objetivos constituem a finalidade do estudo ao qual nos propomos, de acordo com o quadro teórico e analítico que guiam a pesquisa.
- d) *A referência dos índices e a elaboração de indicadores*: para analisar os textos, é necessário escolher alguns índices, que podem ser um tema em uma mensagem. Esses temas devem ser escolhidos em função das hipóteses do estudo. No caso de uma análise quantitativa, o indicador pode ser compreendido como a frequência com a qual os temas se apresentam. No caso de uma análise qualitativa, pode ser considerada a presença ou a ausência deles na mensagem. Após a definição de tais temas, segue-se o recorte do texto em unidades para a análise temática.

Assim, a exploração do material dá-se a partir do que foi estruturado previamente, de forma sistemática, em que os dados obtidos sejam significativos e válidos.

4.2.2.2 As unidades de registro e o processo de categorização

As unidades de registro correspondem às unidades de significação que pretendemos analisar e devem responder aos objetivos da análise. Podem ser compreendidas como segmentos do conteúdo do texto, que visam à categorização.

Segundo Bardin (2004), as unidades de registro podem ser de natureza e dimensões variadas, como qualquer palavra do texto (substantivos, adjetivos, verbos advérbios, etc) ou um tema.

Os temas são muito utilizados nas análises temáticas e podem ser compreendidos como afirmações acerca de um assunto, ou as ideias, enunciados, proposições, que sejam portadores de significações. Os temas são utilizados como unidades de registro “para estudar motivações de opiniões, de atitudes, de valores, de crenças, de tendências, etc.” (BARDIN, 2004, p. 99). Por exemplo, as entrevistas e as respostas a questões abertas são frequentemente analisadas por temas.

Fazer uma análise temática consiste em descobrir os “núcleos de sentido” que compõem a comunicação e cuja presença ou frequência de aparição podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido (BARDIN, 2004, p. 99).

No que se refere às regras de enumeração (o modo de contagem), nas pesquisas qualitativas elas podem ocorrer por meio da presença ou da ausência das unidades de registro em um texto. Com relação às análises quantitativas, podemos considerar a frequência com que as unidades aparecem no texto. De acordo com a autora,

A abordagem quantitativa funda-se na *frequência* de aparição de certos elementos da mensagem. A abordagem não quantitativa recorre a indicadores não frequenciais susceptíveis de permitir inferências; por exemplo, a *presença* (ou *ausência*) pode constituir um índice tanto (ou mais) frutífero do que a frequência de aparição. (BARDIN, 2004, p. 107).

A categorização pode ser entendida como um processo de classificação de elementos que constituem um conjunto por aproximação, segundo alguns critérios definidos. As categorias são classes que reúnem sob um título um grupo de unidades de registro, cujo agrupamento é realizado em função de características comuns desses elementos. Para Bardin (2004), a categorização pode seguir um critério semântico (categorias temáticas), sintático (os verbos, os adjetivos), lexical (classificação das palavras segundo o seu sentido) e expressivo (categorias que classificam as diversas perturbações da linguagem).

A categorização é um processo estruturado que comporta duas dimensões: isolar os elementos (construção das unidades de registro) e classificá-los com a finalidade de organizar o material analisado (agrupar os elementos por

analogia). O processo de categorização pode dar-se de duas maneiras distintas: quando é fornecido um sistema de categorias, de modo que os elementos são encaixados nelas e quando o sistema de categorias não é fornecido, ele é construído como resultado da classificação por analogia.

Um conjunto de categorias considerado bom deve possuir algumas qualidades, como a exclusão mútua; a homogeneidade; a pertinência; a objetividade e a fidelidade; e a produtividade. Bardin (2004) define essas qualidades da seguinte maneira:

- exclusão mútua: um mesmo elemento não pode ser classificado em duas ou mais categorias ao mesmo tempo.
- homogeneidade: a análise deve ser guiada por um mesmo princípio de organização.
- pertinência: é considerada pertinente a categoria que está adaptada ao material analisado e ao quadro teórico definido. As categorias devem refletir as intenções da investigação.
- objetividade e fidelidade: diferentes partes de um mesmo material devem seguir o mesmo processo de categorização.
- produtividade: um conjunto de categorias pode ser considerado produtivo se produz resultados férteis.

Como já colocamos anteriormente, as regras auxiliam o analista na construção de um conjunto de categorias consistentes, mas é possível que nem todas as regras sejam consideradas em todas as análises. Na interpretação de Moraes e Galiazzi a respeito da exclusão mútua, se um mesmo elemento pode apresentar várias leituras, se um mesmo material pode ter diferentes interpretações, podemos considerar que

[...] aceitamos que uma mesma unidade possa ser classificada em mais de uma categoria, ainda que com sentidos diferentes. Isso representa um movimento positivo no sentido da superação da fragmentação, em direção a descrições e compreensões mais holísticas e globalizadas (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 27).

As categorias são construídas por meio da análise profunda do pesquisador sobre o *corpus*. Mas também é necessário que o investigador construa relações entre as várias categorias em busca de novas compreensões do fenômeno estudado.

Nas pesquisas qualitativas, a categorização pode ser considerada como uma das etapas que constitui o processo analítico, que implica as leituras e interpretações que o pesquisador faz do seu objeto de estudo. A categorização representa um processo de organização, ordenação e agrupamento de unidades de análise, visando sempre a novas compreensões do fenômeno estudado.

4.2.2.3 O que podemos inferir a partir da análise dos dados

A análise de conteúdo contribui no sentido de fornecer ao leitor informações que são possíveis a partir de uma leitura crítica de uma mensagem. Em outras palavras, uma leitura que extrapole o explícito e que contribua para conhecermos mais sobre um texto.

Este “saber mais” configura-se como as inferências que o analista faz a partir do estudo, dos dados e dos referenciais que o guiam. Dessa forma, conforme Bardin (2004, p. 130), “a análise de conteúdo constitui um bom instrumento de indução para se investigarem as causas (variáveis inferidas) a partir dos efeitos (variáveis de inferência ou indicadores; referências no texto)”.

É a partir da análise que podemos apresentar as conclusões que obtivemos por meio do estudo, que vão ao encontro das nossas preocupações iniciais, hipóteses e objetivos da pesquisa. Dessa forma, é necessário que o analista apresente as inferências possíveis, argumentando no sentido de proporcionar um “saber mais” a respeito de determinado tema.

Sendo assim, em nossa pesquisa, temos como objetivo “saber mais” a respeito da relação entre os conhecimentos desenvolvidos por professores de matemática a respeito da história da matemática e a estruturação dos seus saberes docentes.

Nosso *corpus* é formado por entrevistas semiestruturadas, realizadas com professores que tiveram a experiência de construir e aplicar uma abordagem pedagógica, fundamentada na história da matemática, para o ensino de um determinado conteúdo matemático.

Nossa intenção é, a partir do processo de construção das unidades de registro e de categorização, explicitar alguns elementos que expressem que a relação entre os conhecimentos teóricos e metodológicos da história da matemática e os saberes docentes é profícua.

Durante a fundamentação teórica por nós desenvolvida nos capítulos anteriores, evidenciamos como a literatura compreende essa relação, de forma que a parte empírica de nossa pesquisa visa inferir, por meio dos dados e dos aportes teóricos, argumentos e conclusões que evidenciam a fecundidade desse conhecimento para a formação docente.

Assim, ao final da análise, pretendemos apresentar as inferências que o estudo possibilitou, no sentido de colaborar para o avanço nas pesquisas sobre saberes docentes e formação de professores de matemática.

4.3 COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES DA PESQUISA DE CAMPO

No desenvolvimento da pesquisa, após o estabelecimento da questão norteadora e dos objetivos do estudo, passamos a analisar o processo de coleta de dados e informações. De acordo com Fiorentini e Lorenzato, ao considerarmos a educação matemática uma prática social,

[...] o trabalho de campo torna-se uma opção importante, pois fornece elementos que nos permitem compreendê-la e, então, transformá-la. Além disso, são as informações que nos levam a criar e desenvolver conhecimentos a partir da prática e nos impedem que inventemos explicações ou suposições irreais e totalmente imaginárias ou fantasmagóricas (FIORENTINI; LORENZATO, 2007, p. 101).

Com base nos referenciais teóricos relacionados à formação do professor e a constituição dos seus saberes docentes – que alertam a respeito da necessidade de pesquisas que considerem a prática do professor – e à fundamentação metodológica, pautada na pesquisa qualitativa na educação matemática – que também aponta essa preocupação – consideramos que a fonte de informação para a pesquisa deve ser o professor que já teve uma experiência prática do uso da história da matemática em sala de aula.

Voltando aos autores Fiorentini e Lorenzato, “nosso olhar, no trabalho de campo, portanto, é orientado pelas nossas questões e pelo que

queremos investigar” (FIORENTINI; LORENZATO, 2007, p. 101). Dessa forma, tivemos como preocupação escolher o instrumento de coleta de dados mais adequado às características da pesquisa e selecionar os sujeitos participantes.

Como instrumento de coleta, elegemos as entrevistas semiestruturadas e, para selecionar os professores participantes, seguimos o seguinte critério: ter desenvolvido uma abordagem pedagógica baseada na história da matemática que foi aplicada em turmas regulares de ensino, com a finalidade de proporcionar aprendizagem de algum conteúdo matemático.

A seguir, vamos detalhar cada uma dessas opções metodológicas que seguimos.

4.3.1 As Entrevistas

A elaboração de um roteiro para as entrevistas não pode ser considerado um processo trivial. Ao contrário, se em nossa investigação a coleta dos dados se deu por meio das entrevistas, então o roteiro configura-se como relevante. Nossa intenção, ao realizar as entrevistas, era de procurar, por meio do discurso dos sujeitos envolvidos, elementos que permitissem identificar e compreender as contribuições que a realização da pesquisa, construção e aplicação de uma abordagem histórica trouxeram para os saberes docentes desses professores.

Dessa maneira, as questões abordadas durante as entrevistas devem alcançar tal objetivo, num sentido de que as falas dos entrevistados devem contemplar tais aspectos. Segundo Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 120), as entrevistas são vantajosas “pois permitem ao entrevistado fazer emergir aspectos que não são normalmente contemplados por um simples questionário”.

Em nossa investigação, esse ponto é fundamental, uma vez que os sujeitos entrevistados são pessoas que tiveram uma formação em pesquisa, com conhecimentos na área, e que têm muito a dizer.

Nossa opção por uma entrevista semiestruturada procurou enfatizar dois aspectos: primeiro, dar abertura para que o entrevistado extrapole as questões abordadas, e, ao mesmo tempo, focalizar e aprofundar o fenômeno de interesse à investigação. Nesse sentido, Fiorentini e Lorenzato descrevem uma entrevista semiestruturada da seguinte maneira:

Essa modalidade é muito utilizada nas pesquisas educacionais, pois o pesquisador, pretendendo aprofundar-se sobre um fenômeno ou questão específica, organiza um roteiro de pontos a serem contemplados durante a entrevista, podendo, de acordo com o desenvolvimento da entrevista, alterar a ordem deles e, até mesmo, formular questões não previstas inicialmente (FIORENTINI; LORENZATO, 2007, p. 121).

A partir do que foi exposto, é com essa preocupação que organizamos um roteiro para a condução das entrevistas semiestruturadas, mas com a consciência de que, no desenvolvimento das entrevistas, as alterações e adequações podem ser realizadas, no sentido de permitir um diálogo entre o entrevistador e o entrevistado. Para Boni e Quaresma (2005, p. 72), “a preparação da entrevista é uma das etapas mais importantes da pesquisa que requer tempo e exige alguns cuidados”, como o planejamento da entrevista, que deve atender aos objetivos da pesquisa. Na compreensão de Duarte,

Realizar entrevistas, sobretudo se forem semi-estruturadas, abertas, de histórias de vida etc. não é tarefa banal; propiciar situações de contato, ao mesmo tempo formais e informais, de forma a “provocar” um discurso mais ou menos livre, mas que atenda aos objetivos da pesquisa e que seja significativo no contexto investigado e academicamente relevante é uma tarefa bem mais complexa do que parece à primeira vista (DUARTE, 2004b, p. 216).

Diante disso, procuramos estruturar o roteiro das entrevistas de forma que as questões elaboradas pudessem explicitar, por meio da fala do sujeito, as nossas hipóteses iniciais. Nossa preocupação era que as questões do roteiro da entrevista dessem oportunidade ao entrevistado de abordar os pontos objetivados por nós, de acordo com os eixos norteadores.

Iniciamos nossos questionamentos pedindo que o professor comentasse a respeito de seu tempo de magistério, com que turmas trabalhava, com quais disciplinas, entre outros, ou seja, desejamos que o entrevistado se sentisse confortável falando de seu trabalho cotidiano, de sua formação, de sua carreira, entre outros. Nas questões dois, três e quatro, procuramos deixá-lo à vontade para descrever os motivos que o conduziram na busca por uma formação em nível de mestrado e de que modo a história da matemática entrou nesse processo, se já se interessava pelo assunto, se já havia estudado a respeito da história da matemática na educação matemática, se o professor já sabia o que era uma pesquisa em história da matemática, entre outros.

Com relação à compreensão que o professor tem de ciência e/ou matemática, colocada na questão cinco, o que pretendemos é deixar o professor se manifestar com relação ao entendimento que tinha da natureza do conhecimento científico (matemático), e se essa compreensão mudara, ou fora influenciada, após a experiência de pesquisa e construção de uma abordagem histórica.

Também era nossa intenção analisar se o desenvolvimento da pesquisa histórica trouxera contribuições para a sua compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos, de como se dá a construção e evolução do conhecimento matemático estudado por eles e as implicações da pesquisa histórica no entendimento da matéria que lecionam.

Na questão seis, nossa intenção era que o professor nos contasse quais eram as suas expectativas em relação ao desenvolvimento de uma abordagem histórica, o que pretendia, que respostas buscava em relação à sua formação, em relação ao processo de ensino e de aprendizagem, entre outros.

A questão sete era bem aberta, possibilitando ao entrevistado descrever como se dera o processo de construção da abordagem histórica nos detalhes mais significativos para ele. Os pontos que não ficassem bem explicitados, em nossa perspectiva, poderiam ser frutos de novos questionamentos. Na questão oito, abordamos a interdisciplinaridade, questionando a respeito da percepção da relação entre o conhecimento matemático e outras áreas de conhecimento, e se esse caráter interdisciplinar fora contemplado na construção da abordagem.

Abordamos ainda questões relativas à formação metodológica do professor (questão nove), pois, de acordo com os estudos teóricos que realizamos, o desenvolvimento de estudos históricos direcionados à aplicação em sala de aula colabora para a formação docente em diversos aspectos, inclusive os metodológicos. Essa questão é bem ampla, e nossa intenção era incentivá-lo a descrever quais eram as suas pretensões ao desenvolver uma abordagem histórica para o ensino de matemática, como fora o processo de investigação, os resultados obtidos, ou seja, dar abertura para o professor relatar toda a sua vivência nesse processo.

Finalizamos os questionamentos pedindo ao mesmo que descrevesse se havia encontrado dificuldades nesse processo, quais foram elas, como fizera para tentar superá-las, entre outros (questão dez).

Ainda deixamos em aberto a oportunidade de o professor falar livremente sobre o que julgasse necessário em relação à experiência de construção e aplicação da abordagem histórica, ou em relação à sua formação, e que ainda não tínhamos perguntado.

Assim, procurando contemplar todas essas preocupações, que vão ao encontro dos eixos norteadores de nossa pesquisa, estruturamos um roteiro⁵⁴ de entrevista semiestruturada que apresentamos no quadro a seguir:

Quadro 1 – Roteiro para entrevista semiestruturada

1	Há quanto tempo você é professor? Com quais turmas trabalha? Que disciplinas ministra? Em quais escolas?
2	Por que você resolveu fazer um curso de mestrado?
3	Você já tinha interesse por pesquisa?
4	Como, ou por que, você decidiu fazer pesquisa em história da matemática?
5	A construção da abordagem histórica contribuiu de alguma forma para a sua compreensão de ciência/matemática? De que forma isso ocorreu?
6	O que você estava procurando ao construir uma abordagem histórica?
7	Como foi o processo de construção da abordagem?
8	Ao realizar a sua pesquisa, você conseguiu perceber as relações entre esse determinado conhecimento matemático e outros conhecimentos? Como? Isso foi contemplado na abordagem? De que forma?
9	Os cuidados metodológicos observados em uma pesquisa como essa que você desenvolveu, trouxeram alguma contribuição para sua atuação em sala de aula? Como?
10	Você encontrou dificuldades nesse percurso? Quais? Como fez para superá-las?

Lembramos que este roteiro se constitui apenas em um auxiliar para a entrevista, sendo que, dado o andamento da mesma, novas questões poderiam ser necessárias assim como outras, presentes no roteiro, poderiam ser suprimidas. Como as questões apresentavam uma aproximação entre si, a ordem de apresentação das mesmas também foi flexível, uma vez que os professores podiam

⁵⁴ O roteiro foi entregue para quatro integrantes (mestrandos e doutorandos) do grupo de pesquisa IFHIECEM da Universidade Estadual de Londrina, que deveriam ler as questões do roteiro e descrever o que compreenderam em cada uma, bem como se perceberam seus objetivos. Após esse procedimento, realizamos as adequações necessárias.

comentar, inicialmente, aspectos apresentados nas questões finais, e que podiam ser aproveitados naquele momento pelo pesquisador.

Alguns autores apontam recomendações que devem ser observadas pelos pesquisadores ao realizar entrevistas, como: esclarecer o entrevistado a respeito dos objetivos da pesquisa e da natureza do trabalho; esclarecer por que ele foi selecionado para a entrevista; assegurar a preservação da identidade dos entrevistados; garantir que os dados serão utilizados somente para a investigação; solicitar autorização para gravar a entrevista; solicitar autorização para a utilização das informações colhidas pela entrevista; esclarecer que o entrevistado não é obrigado a responder a todas as perguntas, que pode parar a entrevista se se sentir incomodado com alguma coisa; não interromper o entrevistado no momento de sua fala, entre outros (FIORENTINI; LORENZATO, 2007).

Todos esses cuidados foram tomados por nós na realização das entrevistas. Os professores participantes receberam um termo de autorização para a utilização dos dados que consta no anexo A. Algumas entrevistas foram gravadas em áudio e depois transcritas, outras foram realizadas via internet, por meio de programas de mensagem de texto⁵⁵.

Em todos os casos, após a transcrição das entrevistas, as mesmas foram enviadas para os entrevistados para uma revisão, caso quisessem mudar alguma coisa. Percebemos em todos uma precaução em relação à linguagem usada nas entrevistas, ao conteúdo das mesmas, solicitando que pudessem fazer uma revisão após a transcrição. Acreditamos que isso se deve ao fato de que os sujeitos envolvidos participam do meio acadêmico (são mestres, doutorandos e doutores) e são rigorosos com o que dizem. Os entrevistados se mostraram preocupados em relação aos problemas de digitação ocorridos nas entrevistas realizadas pelos programas de mensagem de texto. Os problemas de digitação foram resolvidos por meio de uma revisão gramatical, trazendo maior conforto para eles.

⁵⁵ Com três professores conseguimos realizar a entrevista pessoalmente, entretanto, com os outros três isso não foi possível, uma vez que eles residiam em regiões muito distantes, dificultando a aproximação.

4.3.2 O Processo de Seleção dos Sujeitos

O processo de seleção dos sujeitos da pesquisa não foi simples. Primeiro porque precisamos adequar o perfil do professor que procurávamos com os objetivos da pesquisa. Dessa forma, precisávamos de professores que tivessem usado a história da matemática em sala de aula. Então estabelecemos o critério de seleção, que já apresentamos anteriormente, mas que retomaremos neste momento. Os professores sujeitos do estudo deveriam ter vivenciado a experiência de desenvolver e aplicar abordagens direcionadas ao ensino e aprendizagem, fundamentadas na história da matemática.

Esse critério foi necessário uma vez que nossa intenção era investigar de que forma os conhecimentos da história da matemática contribuem para os saberes docentes do professor. As pesquisas teóricas nos indicam muitas contribuições, como na compreensão da natureza da ciência e da matemática, numa visão mais ampla, contextualizada e interdisciplinar do conhecimento, na formação metodológica – pois o professor precisa realizar uma série de adequações para usar a história da matemática em sala de aula –, na melhor compreensão dos conteúdos matemáticos, entre outros.

Assim, não seria possível identificar tais contribuições em professores que não tivessem essa vivência. Em decorrência disso, encontramos outro problema: onde encontrar professores com essas características?

Nossa experiência em desenvolver uma abordagem histórica para o ensino de ciências, que ocorreu durante o mestrado, nos deu um direcionamento de onde procurá-los, uma vez que, ao participarmos de eventos ou ao buscarmos referenciais para a pesquisa, encontramos algumas propostas desenvolvidas com esse enfoque.

Essas propostas foram desenvolvidas em programas de pós-graduação, então decidimos fazer um levantamento junto a esses programas para encontrar teses ou dissertações realizadas por professores de matemática que recorreram à história da matemática para compor uma proposta pedagógica. Outro aspecto que também buscamos é que o professor deveria ter aplicado a proposta em turmas regulares, uma vez que a aplicação em turmas regulares aproxima-se com as situações cotidianas vivenciadas normalmente pelos professores.

A primeira preocupação foi delimitar nosso campo de busca. Nessa etapa, realizamos, junto ao Portal da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), uma pesquisa a respeito dos programas de pós-graduação recomendados e reconhecidos. Localizamos, na grande área “multidisciplinar”, a relação dos cursos relacionados à área “Ensino de Ciências e Matemática”.

Encontramos, listados, 60 programas que oferecem cursos de mestrado, mestrado profissional ou doutorado. Entretanto, nessa listagem observamos a presença de alguns que não referem-se ao ensino de matemática, como por exemplo, os direcionados ao ensino de física, de ciências, de biociências, de saúde, entre outros.

Dessa forma, optamos por realizar uma delimitação, concentrando-nos nos que remetem à matemática ou à história da matemática. Ao finalizar esse processo, encontramos um total de 27 programas em funcionamento⁵⁶, conforme o quadro a seguir:

Quadro 2 – Programas, em funcionamento, recomendados e reconhecidos pela CAPES

Programa	Instituição/UF	Página ⁵⁷	MA ⁵⁸	MP	D
Educação em ciências e em matemática	UFPR/ PR	http://www.ppgecm.ufpr.br/index.htm	X		
Educação em ciências e matemática	UFG/ GO	http://www.planetario.ufg.br/mestrado/	X		
Educação em ciências e matemática	PUC/RS	http://www3.pucrs.br/porta/page/portal/fafisppg/ppgeducem	X		
Educação em ciências e matemáticas	UFPA/ PA	http://www.ufpa.br/ppgecm/index.php	X		X
Educação matemática	UFJF/ MG	http://www.ufjf.br/mestradoemat/		X	
Educação matemática	UFOP/ MG	http://www.ppgedmat.ufop.br/		X	
Educação matemática	UFMS/ MS	http://www.edumat.ufms.br/index.html	X		
Educação matemática	USS/ RJ	http://www.uss.br/web/pag/mat_apresentacao.asp		X	

⁵⁶ Consideramos os cursos em funcionamento.

⁵⁷ Página do programa disponível até a finalização dessa etapa da pesquisa (junho de 2010).

⁵⁸ MA: Mestrado Acadêmico; MP: Mestrado Profissional; D: Doutorado.

Educação matemática	UNESP-RC/SP	http://www.rc.unesp.br/igce/pgem/	X		X
Educação matemática	PUC/SP	http://www.pucsp.br/pos/edmat/	X	X	X
Educação matemática	UNIBAN/ SP	http://www.uniban.br/pos/educamat/	X		X
Educação matemática e tecnológica	UFPE/ PE	http://www.gente.eti.br/edumatec/	X		
Educação para a ciência e a matemática	UEM/ PR	http://www.pcm.uem.br/	X		X
Ensino de ciências e educação matemática	UEL/ PR	http://www2.uel.br/cce/pos/mecem/	X		X
Ensino de ciências e matemática	UFC/ CE	http://www.encima.ufc.br/		X	
Ensino de ciências e matemática	UEPB/ PB	http://ppgecm.uepb.edu.br/		X	
Ensino de ciências e matemática	CEFET/RJ	http://www.cefet-rj.br/ensino/posgraduacao/ppecm/	X	X	
Ensino de ciências e matemática	ULBRA/ RS	http://www.ulbra.br/ppgeci/m/	X		
Ensino de ciências e matemática	FUFSE/ SE	http://www.pos.ufs.br/ngpecima/novo/	X		
Ensino de ciências e matemática	UNICSUL/ SP	http://200.136.79.4/mestrado/index.php		X	
Ensino de ciências exatas	UNIVATES/ RS	http://www.univates.br/ppgece/		X	
Ensino de ciências exatas	UFSCAR/ SP	http://www.ppgece.ufscar.br/		X	
Ensino de ciências naturais e matemática	UFRN/ RN	http://www.posgraduacao.ufrn.br/ppgecnm		X	
Ensino de ciências naturais e matemática	FURB/ SC	http://www.furb.br/novo/index.php?option=conteudo&Itemid=334&sis_id_lang=1		X	
Ensino de física e de matemática	UNIFRA/ RS	http://www.unifra.br/mestrado/default.asp?curso=mestradofisicamatematica		X	
Ensino de matemática	UFRJ/ RJ	http://www.pg.im.ufrj.br/pe/mat/mestrado.htm	X		
Ensino de matemática	UFRGS/ RS	http://www.mat.ufrgs.br/~ppgem/		X	
TOTAL: 27			15	14	6

De posse dessas informações, iniciamos uma pesquisa nos bancos de dados (teses e dissertações defendidas) dos programas, em busca de propostas para o uso da história da matemática em sala de aula, como metodologia para o processo de ensino e de aprendizagem de conceitos matemáticos.

Entramos na página de cada um dos cursos expostos no quadro 2, buscando identificar se eles possuíam uma linha de pesquisa específica em história da matemática, ou em história e filosofia da ciência, na qual a história da matemática está inserida. Além disso, entramos em cada banco de teses e dissertações, mesmo dos programas nos quais não havia uma linha de pesquisa específica.

Procuramos, pelos títulos, trabalhos que faziam referência à história da matemática. Não obstante, também recorremos aos resumos e palavras-chave, buscando identificar as pesquisas que atendiam aos objetivos de nossa investigação. Além disso, entramos em quase todos os trabalhos para nos certificarmos de que realmente eles apresentavam, como resultado de pesquisa, propostas didáticas para aplicação em sala de aula. Os resultados obtidos encontram-se no quadro 3, a seguir:

Quadro 3 – Linha de pesquisa em história da matemática dos programas analisados

Programa	Instituição/UF	Linha de pesquisa específica em HM ⁵⁹ ?	Apresenta Teses ou Dissertações com o uso da HM em sala de aula?
Educação em ciências e em matemática	UFPR/ PR	Não	PSBTD ⁶⁰
Educação em ciências e matemática	UFG/ GO	Não	PSBTD
Educação em ciências e matemática	PUC/RS	Não	Não
Educação em ciências e matemáticas	UFPA/ PA	Não	Sim ⁶¹
Educação matemática	UFJF/ MG	Não	PSBTD
Educação matemática	UFOP/ MG	Não	PSBTD
Educação matemática	UFMS/ MS	Não	Não
Educação matemática	USS/ RJ	Não	PSBTD
Educação matemática	UNESP-RC/SP	Sim	Sim

⁵⁹ História da matemática.

⁶⁰ Programa sem banco de Teses e Dissertações (são programas novos, que ainda não possuem teses e/ou dissertações defendidas).

⁶¹ Estão disponíveis somente até 2007.

Educação matemática	PUC/SP	Sim	Sim
Educação matemática	UNIBAN/ SP	Não	Não
Educação matemática e tecnológica	UFPE/ PE	Não	Não
Educação para a ciência e a matemática	UEM/ PR	Sim	Sim
Ensino de ciências e educação matemática	UEL/ PR	Sim	Sim
Ensino de ciências e matemática	UFC/ CE	Não	PSBTD
Ensino de ciências e matemática	UEPB/ PB	Sim	PSBTD
Ensino de ciências e matemática	CEFET/RJ	Sim	PSBTD
Ensino de ciências e matemática	ULBRA/ RS	Não	Sim
Ensino de ciências e matemática	FUFSE/ SE	Sim	PSBTD
Ensino de ciências e matemática	UNICSUL/ SP	Não	Não
Ensino de ciências exatas	UNIVATES/ RS	Não	Não
Ensino de ciências exatas	UFSCAR/ SP	Não	PSBTD
Ensino de ciências naturais e matemática	UFRN/ RN	Sim	Sim
Ensino de ciências naturais e matemática	FURB/ SC	Sim	PSBTD
Ensino de física e de matemática	UNIFRA/ RS	Não	Não
Ensino de matemática	UFRJ/ RJ	Sim	Não
Ensino de matemática	UFRGS/ RS	Não	Não
TOTAL: 27			

Como já dissemos anteriormente, em nosso levantamento procuramos observar não somente o título da pesquisa, mas também as informações contidas nos resumos e as palavras-chave. Para confirmar esses dados e complementar as informações, entramos, com algumas exceções, no trabalho completo em busca de novos elementos que explicitassem melhor o encaminhamento de tais pesquisas. Assim, buscamos identificar o conteúdo ou conceito matemático trabalhado, a série para a qual a abordagem foi desenvolvida, e se houve aplicação da proposta. Encontramos um total de 18 pesquisas.

Apresentamos, no quadro a seguir, as informações obtidas e organizadas por nós:

Quadro 4 – Pesquisas que apresentam propostas para o uso da história da matemática em sala de aula

TÍTULO: UMA PROPOSTA PARA ENSINAR OS CONCEITOS DA ANÁLISE COMBINATÓRIA E DE PROBABILIDADE: UMA APLICAÇÃO DO USO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, COMO ORGANIZADOR PRÉVIO, E DOS MAPAS CONCEITUAIS		
Autor ⁶² :		
Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: UFPA/ PA	Ano: 2005
Síntese: Apresenta uma proposta da utilização da história da matemática como organizador prévio para o ensino de análise combinatória e probabilidade.		
Conteúdo: Análise combinatória e probabilidade	Série: Ensino médio	Foi aplicada: Não.
TÍTULO: O ENSINO DO CONCEITO DE INTEGRAL, EM SALA DE AULA, COM RECURSOS DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS		
Autor:		
Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: UNESP-RC/SP	Ano: 2010
Síntese: Por meio de uma pesquisa histórica a respeito do conceito de integral, juntamente com outros referenciais teóricos como a resolução de problemas, foi desenvolvido e aplicado um roteiro de atividades para a aprendizagem de cálculo em um curso de engenharia.		
Conteúdo: Cálculo/conceito de Integral	Série: Ensino superior/engenharia	Foi aplicada: Sim, um roteiro de atividades.
TÍTULO: NÚMEROS COMPLEXOS: UMA ABORDAGEM HISTÓRICA PARA AQUISIÇÃO DO CONCEITO		
Autor:		
Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: PUC/SP	Ano: 1998
Síntese: A pesquisa apresenta uma sequência didática, ou seja, uma série de atividades, que colaboram para que os alunos entrem em contato com os números complexos da maneira como eles surgiram na história, e também para que operem com esses números.		
Conteúdo: Números Complexos	Série: Ensino superior/engenharia	Foi aplicada: Sim, uma sequência didática.
TÍTULO: O TEOREMA DE PITÁGORAS		
Autor:		

⁶² Excluímos o nome do autor a fim de preservar a sua identidade, pois alguns deles participam como sujeitos da pesquisa.

Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: PUC/SP	Ano: 2000
Síntese: A partir de uma investigação histórica a respeito do Teorema de Pitágoras, foram identificados alguns obstáculos que pudessem ser aproveitados na transposição didática. Foi montada e aplicada uma sequência didática para o ensino de Teorema de Pitágoras.		
Conteúdo: Teorema de Pitágoras	Série: 8ª série do ensino fundamental	Foi aplicada: Sim, uma sequência didática.
TÍTULO: UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA TABELA TRIGONOMÉTRICA		
Autor:		
Nível: Mestrado profissional	Instituição: PUC/SP	Ano: 2005
Síntese: O estudo tem como objetivo construir uma tabela trigonométrica, com base em levantamentos históricos dos trabalhos de Ptolomeu e outros matemáticos da Grécia antiga, para investigar a apropriação do significado dos conceitos das razões trigonométricas: seno, cosseno e tangente, no triângulo retângulo, por estudantes do 1º ano do ensino médio.		
Conteúdo: Trigonometria	Série: 1º ano do ensino médio	Foi aplicada: Sim, uma sequência de atividades.
TÍTULO: A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA PARA O ALCANCE DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE FUNÇÃO		
Autor:		
Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: UEM/PR	Ano: 2009
Síntese: A pesquisa recorre à história da matemática para propor uma sequência didática, potencialmente significativa visando alcançar a aprendizagem significativa do conceito de função, que foi aplicada na 8ª série do ensino fundamental.		
Conteúdo: Funções	Série: 8ª série do ensino fundamental	Foi aplicada: Sim, uma sequência didática.
TÍTULO: ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: APRESENTAÇÃO DE UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA		
Autor:		
Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: UEL/PR	Ano: 2004
Síntese: Apresenta uma investigação histórica de sistemas de equações lineares, determinantes e matrizes que subsidia a construção de uma proposta pedagógica para a aprendizagem desses conceitos.		
Conteúdo: Sistemas de equações lineares, determinantes e matrizes	Série: 2ª série do ensino médio	Foi aplicada: Sim, proposta pedagógica.
TÍTULO: UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES AO PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM TRIGONOMETRIA NO ENSINO MÉDIO		
Autor:		
Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: UEL/PR	Ano: 2008

<p>Síntese: Apresenta a investigação da construção de uma sequência didática, fundamentada a partir da reconstrução histórico-filosófica do conteúdo de trigonometria, abrangendo principalmente o estudo das funções trigonométricas, visando auxiliar a aprendizagem de alunos do ensino médio.</p>		
Conteúdo: Trigonometria	Série: 2ª série do ensino médio	Foi aplicada: Sim, uma sequência didática.
<p>TÍTULO: HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA ALIANÇA POSSÍVEL</p>		
Autor:		
Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: ULBRA/RS	Ano: 2004
<p>Síntese: O estudo traz uma investigação a respeito da utilização da história da matemática como recurso didático associado à resolução de problemas no ensino básico. Apresenta uma abordagem para uso em sala de aula, baseada na metodologia de resolução de problemas, utilizando problemas históricos como estratégia didática.</p>		
Conteúdo: O Problema das Sete Pontes de Königsberg	Série: 8ª série do ensino fundamental	Foi aplicada: Sim, uma sequência didática.
<p>TÍTULO: INVESTIGAÇÃO HISTÓRICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA: UM ESTUDO CENTRADO NO CONCEITO DE FUNÇÃO</p>		
Autor:		
Nível: Mestrado Profissional	Instituição: UFRN/RN	Ano: 2008
<p>Síntese: Apresenta uma proposta de ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos (conceito de função), baseada na história da matemática associada à investigação na formação dos conceitos matemáticos.</p>		
Conteúdo: Funções	Série: Ensino superior/licenciatura em matemática	Foi aplicada: Sim, proposta envolvendo experiências com investigação histórica em sala de aula.
<p>TÍTULO: INVESTIGAÇÃO HISTÓRICA NAS AULAS DE MATEMÁTICA: AVALIAÇÃO DE DUAS EXPERIÊNCIAS</p>		
Autor:		
Nível: Mestrado Profissional	Instituição: UFRN/RN	Ano: 2008
<p>Síntese: O estudo apresenta uma reflexão a respeito do desenvolvimento da aprendizagem matemática a partir da experiência com atividades investigativas, acerca da resolução de equação do 2º grau, na qual foi testada uma proposta de ensino, apoiada no uso de textos em história da matemática.</p>		
Conteúdo: Equações de segundo grau	Série: Ensino superior/licenciatura em matemática	Foi aplicada: Sim, proposta de ensino apoiada em textos de história da matemática.
<p>TÍTULO: NÚMEROS COMPLEXOS: UMA PROPOSTA DE MUDANÇA METODOLÓGICA PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ENSINO MÉDIO</p>		
Autor:		

Nível: Mestrado Profissional	Instituição: UFRN/RN	Ano: 2006
Síntese: Apresenta uma cronologia a respeito da evolução dos números complexos. Essa cronologia, assim como um problema histórico, são aproveitados como parte integrante de uma sequência de atividades que visam ao ensino desse conteúdo.		
Conteúdo: Números complexos	Série: 2º ano do ensino médio	Foi aplicada: Sim, sequência de atividades que aproveita, em uma das atividades, a cronologia do desenvolvimento dos números complexos, e, em outra atividade, a abordagem de um problema histórico.
TÍTULO: O ENSINO DOS LOGARITMOS A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA HISTÓRICA		
Autor:		
Nível: Mestrado Profissional	Instituição: UFRN/RN	Ano: 2005
Síntese: O estudo apresenta uma sequência de atividades para o trabalho pedagógico, tendo como fio condutor a história da matemática, do conceito de logaritmos, com o objetivo de entender que potencial teria uma atividade sob uma perspectiva histórica, no que diz respeito ao processo de ensino aprendizagem.		
Conteúdo: Logaritmos	Série: Ensino superior/licenciatura em matemática	Foi aplicada: Sim, sequência de atividades.
TÍTULO: O USO PEDAGÓGICO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A AQUISIÇÃO DE ALGUMAS IDEIAS RELACIONADAS AO CONCEITO DE NÚMEROS COMPLEXOS		
Autor:		
Nível: Mestrado Profissional	Instituição: UFRN/RN	Ano: 2008
Síntese: Apresenta a construção de uma sequência didática contendo atividades estruturadas, baseadas nos principais aspectos históricos que deram origem à construção dos números complexos.		
Conteúdo: Números Complexos	Série: 3º ano do Ensino Médio	Foi aplicada: Sim, uma sequência didática
TÍTULO: ATRIBUIÇÃO DE SIGNIFICADO AO CONCEITO DE PROPORCIONALIDADE: CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA		
Autor:		
Nível: Mestrado Profissional	Instituição: UFRN/RN	Ano: 2010
Síntese: O estudo apresenta a História da Matemática como fonte de atribuição de significado ao conceito de proporcionalidade. Teve como objetivo conhecer os significados atribuídos ao conceito de proporcionalidade por meio de atividades mediadas pela história da matemática, bem como averiguar se uma abordagem desta natureza possibilita modificação nesse sentido. Obs: as informações foram obtidas somente por meio do resumo, o texto completo da dissertação não estava disponível.		
Conteúdo: Conceito de proporcionalidade	Série: Formação de professores do ensino fundamental e médio	Foi aplicada: Sim, sequência de atividades.

TÍTULO: ESTUDO HISTÓRICO E PEDAGÓGICO SOBRE TERNOS PITAGÓRICOS À LUZ DE EUGÈNE BAHIER		
Autor:		
Nível: Mestrado Profissional	Instituição: UFRN/RN	Ano: 2009
<p>Síntese: A investigação apresenta uma análise descritiva, histórica e pedagógica de aspectos da obra <i>Recherche méthodique et propriétés des triangles rectangles en nombres entiers</i>. De acordo com a análise realizada, foi elaborado e aplicado um módulo de ensino intitulado Ternos Pitagóricos: uma ferramenta para compreensão do Teorema de Pitágoras, tendo como público-alvo futuros professores de Matemática.</p> <p>Obs: as informações foram obtidas somente por meio do resumo, o texto completo da dissertação não estava disponível.</p>		
Conteúdo: Ternos Pitagóricos	Série: Ensino superior/licenciatura em matemática	Foi aplicada: Sim, módulo de ensino.
TÍTULO: CONTRIBUIÇÕES DA INVESTIGAÇÃO EM SALA DE AULA PARA UMA APRENDIZAGEM DAS SECÇÕES CÔNICAS COM SIGNIFICADO		
Autor:		
Nível: Mestrado Profissional	Instituição: UFRN/RN	Ano: 2007
<p>Síntese: A investigação analisa as possibilidades didáticas de uso da investigação em sala de aula, para o estudo das secções cônicas. Para isso, usam, como aporte teórico, a Aprendizagem Significativa em conexão com a investigação em história da matemática.</p> <p>Obs: as informações foram obtidas somente por meio do resumo, o texto completo da dissertação não estava disponível.</p>		
Conteúdo: Secções cônicas	Série: Ensino médio	Foi aplicada: Sim, sequência de atividades.
TÍTULO: REGISTROS DE REPRESENTAÇÃO SEMIÓTICA E USO DIDÁTICO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA: UM ESTUDO SOBRE PARÁBOLA		
Autor:		
Nível: Mestrado Acadêmico	Instituição: UEL/PR	Ano: 2009
<p>Síntese: A pesquisa procura investigar se o desenvolvimento de uma sequência didática que considera o tratamento, a conversão e a coordenação de diferentes registros de representação semiótica da parábola, com o uso da história da matemática, possibilita ao estudante compreender que a parábola caracterizada como seção de um cone ou como lugar geométrico representa o mesmo objeto matemático.</p>		
Conteúdo: Estudo da Parábola	Série: Licenciatura em Matemática	Foi aplicada: Sim, sequência didática.

De posse dessas informações, entramos em contato com os programas, solicitando auxílio para contatar os professores que nos interessavam. Conseguimos o endereço eletrônico de alguns deles (nove), entramos em contato, explicando o motivo e os objetivos da pesquisa. Alguns responderam prontificando-

se em participar, outros não responderam e em dois casos o endereço eletrônico não era válido. Tivemos muita dificuldade em localizar as pessoas e em manter um contato com elas.

O fato é que, até o presente momento, conseguimos cinco professores entrevistados a partir desse levantamento que realizamos nos bancos de teses e dissertações dos programas de pós-graduação relacionados à área 46 da Capes. O outro sujeito entrevistado não consta desse levantamento, pois realizou um trabalho com as características que nos interessavam em um programa de pós-graduação em educação.

Na seção seguinte apresentamos um perfil dos sujeitos da pesquisa.

4.3.3 Perfil dos Sujeitos Participantes da Pesquisa

Os seis professores que participaram da coleta de dados para a pesquisa e nos concederam entrevista foram designados por P1 (professor 1), P2 (professor 2) e assim sucessivamente, com a finalidade de preservar a identidade dos mesmos. Como já salientamos durante o desenvolvimento da pesquisa, todos os professores envolvidos possuem uma característica em comum e, justamente por causa disso, foram selecionados como fonte de dados: desenvolveram e aplicaram uma abordagem pedagógica, apoiada na história da matemática, para o ensino e aprendizagem de um conteúdo matemático.

Além dessa característica, a seguir apresentamos, de forma sucinta, o contexto de formação de cada um deles, a experiência profissional, a busca por formação, entre outros. Tais informações foram colhidas por meio da entrevista realizada, da leitura do trabalho desenvolvido por cada um deles e pela consulta ao currículo Lattes. A ordem de apresentação dos sujeitos é aleatória, assim como a ordem da análise de suas entrevistas.

P1: Possui formação em licenciatura em ciências com habilitação em matemática por uma faculdade particular da região em que vive. Foi professora do quadro próprio do magistério estadual, atuando há mais de dez anos no ensino fundamental e médio, ministrando a disciplina de matemática. Atualmente é professora assistente de uma universidade estadual da sua região. Durante o mestrado, realizou como pesquisa a construção de uma abordagem didática, apoiada na história da matemática, para o ensino de sistemas lineares,

determinantes e matrizes. A proposta desenvolvida foi aplicada em uma turma regular do segundo ano do ensino médio. Ao entrarmos em contato com ela, prontificou-se imediatamente a participar da pesquisa, relatando sua vivência. A entrevista com P1 ocorreu no dia 8 de fevereiro de 2010, em sua residência. Foi gravada em áudio e transcrita pela pesquisadora⁶³. P1 autorizou o uso das informações contidas em seu depoimento para compor os dados da tese e de possíveis publicações desenvolvidas a partir desse estudo.

P2: Possui formação em licenciatura em ciência com habilitação em matemática por uma universidade estadual da região em que vive. É docente do quadro próprio do magistério estadual há aproximadamente 6 anos, ministrando a disciplina de matemática para o ensino fundamental e médio. Também é docente de uma universidade particular de sua região, trabalhando com disciplinas de matemática e estatística aplicada a outros cursos. Durante o mestrado, realizou a pesquisa de construção de uma abordagem para a sala de aula, apoiada na história da matemática, para o ensino de funções trigonométricas, que foi aplicada em uma turma regular do segundo ano do ensino médio. Ao ser contatada a respeito da entrevista, prontificou-se em participar. A entrevista ocorreu no dia 10 de fevereiro de 2010, em sua casa. Foi gravada em áudio e, posteriormente, transcrita pela pesquisadora. P2 autorizou a utilização dos dados de sua entrevista para a tese e demais publicações científicas provenientes desse estudo.

P3: cursou licenciatura em matemática em uma universidade federal de sua região. Possui uma experiência profissional de aproximadamente 4 anos, atuando em diversas áreas. É docente de cursos preparatórios para vestibular, lecionando a disciplina de matemática; também trabalhou com treinamento para alunos de ensino médio para as Olimpíadas Regionais de Matemática de seu estado por dois anos. Foi tutor de ensino a distância da disciplina de geometria. Atualmente trabalha com 2ª e 3ª séries do ensino médio de uma escola particular, sempre com a disciplina de matemática. Também é professor de ensino superior, das disciplinas de Cálculo 1 e Cálculo 2 em uma instituição privada do município em que vive. Durante o mestrado realizou, como pesquisa, a construção de uma proposta didática, apoiada na história da matemática, para o ensino do conceito de função, que foi

⁶³ As transcrições completas das entrevistas realizadas nessa investigação constituem ainda fonte de dados para futuros desdobramentos, por isso não estamos disponibilizando-as. Qualquer informação, por favor, contatar a autora por email: em_araman@yahoo.com.br

aplicada em uma turma regular da oitava série do ensino fundamental. P3, ao ser contatado, concordou em dar a entrevista. Entretanto, como reside em uma região muito distante da pesquisadora, foi um pouco difícil conciliar os horários. Também pelo motivo da distância, a entrevista foi realizada via internet, por um programa de mensagem de texto, no dia 24 de julho de 2010. P3 autorizou a utilização dos dados de sua entrevista para a realização deste estudo, bem como das publicações geradas por ele.

P4: É licenciada em matemática por uma universidade federal de sua região. É professora há mais de trinta anos. Iniciou sua carreira docente como professora de matemática em escolas particulares, depois atuou por aproximadamente dez anos na rede estadual para o ensino fundamental e médio. Desde 1991 é docente no ensino básico, técnico e tecnológico em um centro federal de educação tecnológica. Durante o mestrado realizou uma pesquisa que abordava a história da matemática para subsidiar algumas atividades de investigação para o ensino de seções cônicas. A proposta foi aplicada em uma turma regular do terceiro ano do ensino médio. O contato com P4 foi mais demorado, uma vez que ela reside em uma região muito distante da pesquisadora e o endereço eletrônico não estava atualizado. O contato ocorreu em um evento científico da área e, ao tomar conhecimento da pesquisa, prontificou-se a participar. A entrevista foi realizada em uma data combinada, no dia onze de novembro de 2010, via internet, por meio de um programa de mensagem de texto. P4 autorizou o uso dos dados de seu depoimento para a realização da pesquisa e de publicações relativas a ela.

P5: cursou licenciatura em matemática em uma universidade federal de seu estado. Possui experiência no magistério de aproximadamente vinte e cinco anos. Foi professor efetivo do estado por aproximadamente dez anos, atuando no ensino fundamental e médio. Atualmente é professor adjunto de uma universidade federal de sua região, atuando também em programas de pós-graduação. Durante o mestrado realizou uma pesquisa que visava ao ensino de trigonometria por meio de atividades históricas. Sua proposta foi aplicada em duas turmas do primeiro ano do ensino médio. Os estudos relacionados à história da matemática estenderam-se até o doutorado. Como reside em uma região distante, o contato com o professor P5 foi muito difícil. Inicialmente tentamos por email, mas não tivemos sucesso. Conseguimos contatá-lo durante um evento da área e, após a exposição dos objetivos da pesquisa, prontificou-se a participar como entrevistado. A entrevista

ocorreu no dia 22 de outubro de 2010, nas dependências da instituição que organizava o evento. Foi gravada em áudio e, posteriormente, transcrita pela pesquisadora. P5 autorizou o uso das informações contidas na entrevista para compor os dados do presente estudo, bem como para as publicações decorrentes da pesquisa.

P6: Possui licenciatura em matemática por uma universidade federal de sua região. É professor há aproximadamente dez anos, atuando no ensino fundamental, médio e também em cursos preparatórios para vestibular. É docente na educação de jovens e adultos (EJA), sempre lecionando a disciplina de matemática. Atualmente, além dessas atividades, ministra algumas disciplinas em uma instituição particular de ensino superior de sua cidade. No mestrado, investigou a construção de uma sequência didática contendo atividades estruturadas, baseadas nos principais aspectos históricos que deram origem à construção dos números complexos. A proposta foi aplicada em três turmas regulares do terceiro ano do ensino médio. O contato com P6 ocorreu por meio de correio eletrônico, pois este professor também reside em uma região bem distante da nossa. Após expor os objetivos da pesquisa, marcamos uma data para a entrevista, que ocorreu no dia 12 de maio de 2010, via internet, por meio de um programa de mensagem de texto. P6 autorizou o uso de seu depoimento para este estudo e para publicações que remetam a ele.

Por meio da apresentação dos sujeitos da pesquisa, foi possível identificar um elemento em comum entre eles: todos buscaram um complemento em sua formação por meio da pesquisa e o desenvolvimento de abordagens pedagógicas apoiadas na história da matemática deu-se durante o mestrado. Consideramos esse ponto relevante, uma vez que vai ao encontro da problemática a respeito da formação do professor para utilizar a história e filosofia da matemática em sala de aula.

Esses professores atingiram essa formação a partir da pesquisa proporcionada em um mestrado, formação que não é comum para a maioria dos professores de matemática. Assim, mais uma vez evidenciamos a relevância da pesquisa que desenvolvemos para a formação docente, pois os resultados da mesma podem ser utilizados com o intuito de colaborar para essa formação.

A seguir, apresentamos um quadro síntese com algumas características dos sujeitos participantes da pesquisa:

Quadro 5 – Síntese do perfil dos professores entrevistados

Sujeito	Formação				Experiência profissional	Proposta desenvolvida	
	Graduação	Especialização	Mestrado	Doutorado		Conteúdo	Nível de ensino
P1	Licenciatura em Ciências – Hab. Matemática CESULON-PR	Educação Matemática UEL-PR	Ensino de Ciências e Educação Matemática UEL-PR	Ensino de Ciências e Educação Matemática (em curso) UEL-PR	Aproximadamente 16 anos – Ensino Fund/Médio/Superior	Sistemas Lineares/Determinantes/Matrizes	2º ano do ensino médio
P2	Licenciatura em Ciências – Hab. Matemática FAFICOP-PR	Educação Matemática FAFICOP-PR	Ensino de Ciências e Educação Matemática UEL-PR		Aproximadamente 8 anos – Ensino Fund/Médio/Superior	Funções trigonométricas	2º ano do ensino médio
P3	Licenciatura em Matemática UFSC-SC		Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática UEM-PR		Aproximadamente 4 anos – Ensino Médio/Superior/ cursos preparatórios/tutor de EAD	Conceito de função	8ª série do ensino fundamental
P4	Licenciatura em Matemática UFPB-PB	Ensino de Matemática UFPB-PB	Ensino de Ciências Naturais e Matemática UFRN-RN	Educação Matemática (em curso) UNESP-SP	Aproximadamente 30 anos – Ensino Fund/Médio/Superior	Seções Cônicas	3º ano do ensino médio
P5	Licenciatura em Matemática UFPA-PA	Ensino de Ciências e Matemática UFPA-PA	Educação UFRN-RN	Educação UFRN-RN	Aproximadamente 25 anos – Ensino Fund/Médio/Superior	Trigonometria	1º ano do ensino médio
P6	Licenciatura em Matemática UFRN - RN		Ensino de Ciências Naturais e Matemática UFRN/RN		Aproximadamente 10 anos – Ensino Fund/Médio/Superior/ cursos preparatórios/EJA	Números Complexos	3º ano do ensino médio

4.4 PROCESSO DE ANÁLISE E SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS

Para realizar o processo de análise e sistematização dos dados, aceitamos como metodologia de análise os encaminhamentos propostos pela análise de conteúdo, como já destacamos no capítulo 4 desta tese.

Dessa forma, pautadas nessa metodologia, seguimos as seguintes etapas:

a) Explorando o material:

Nessa etapa, de posse do *corpus* já delimitado pelas entrevistas com os sujeitos participantes do estudo, realizamos uma leitura criteriosa a fim de observar o texto em seus pormenores, uma leitura que ultrapassasse a mensagem explícita do texto, que procurasse evidenciar os elementos que o constituem.

Os estudos teóricos que realizamos nos permitiram eleger alguns eixos norteadores, que foram destacadas no capítulo 3 e lembradas na seção 4.1 do presente capítulo. Assim, baseados nos estudos teóricos, a exploração do *corpus* se deu num processo de articulação entre os eixos norteadores já estabelecidos e os conteúdos presentes nas entrevistas dos professores.

Ao fragmentar o texto, procuramos encontrar trechos dos discursos dos professores que se relacionassem a esses eixos. Além disso, tivemos o cuidado de considerar aspectos importantes destacados pelos entrevistados, mas que não tinham sido previstos por nós. Muitos elementos novos surgiram e foram sendo relacionados, contribuindo para o processo de categorização da pesquisa empírica.

b) Categorizando e estabelecendo relações:

Nessa etapa, procuramos estabelecer novas relações a partir dos dados do *corpus*. Esse processo, como prevê a literatura, se dá por meio da comparação contínua entre os fragmentos do *corpus*, visando o agrupamento de elementos semelhantes.

A análise nos permitiu atingir uma estrutura de categorias e subcategorias temáticas que se articulam com os eixos norteadores e que apresentamos de maneira detalhada no próximo capítulo.

c) Apresentando as compreensões atingidas:

O objetivo das análises textuais é atingir e expressar novas compreensões a respeito do assunto estudado. Dessa forma, é natural que, ao final do processo de análise, o pesquisador apresente os resultados atingidos por meio de sua pesquisa.

O processo de inferência tem por objetivo divulgar as principais ideias, observações, apontamentos que surgiram durante o processo de análise, os argumentos construídos pelo pesquisador que sustentam as novas compreensões

obtidas por esse estudo. As conclusões atingidas são apresentadas ao final da análise das entrevistas e procuram contemplar todos esses aspectos, com a finalidade de estabelecer relações entre os conhecimentos advindos de estudos da história da matemática e a estruturação dos saberes docentes de professores de matemática.

Voltamos a esclarecer que esse processo não foi linear, que em muitos momentos retomamos a análise, estruturamos categorias e subcategorias mais refinadas, voltamos aos estudos teóricos buscando mais subsídios para a análise realizada. Também não é nossa intenção apresentar a análise como a única compreensão possível acerca dos dados e da questão de nossa pesquisa.

Lembramos que o pesquisador, ao analisar os dados, está circundado de pressupostos teóricos e metodológicos que o guiam durante o processo. Essa não é a única análise possível, mas é uma análise que procura explicitar e compreender melhor o assunto, que foi realizada sob os cuidados metodológicos que requer uma investigação científica.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, procuramos identificar e descrever algumas contribuições dos conhecimentos em história da matemática para a formação do professor, mais especificamente, para a estruturação de seus saberes, de professores que desenvolveram e aplicaram abordagens históricas em sala de aula. A fim de sistematizar e pontuar essas contribuições, apresentamos a análise das entrevistas realizadas com os seis professores, já descritos no capítulo anterior, com base na estruturação que realizamos.

Dessa forma, num primeiro momento apresentamos a estruturação que construímos a respeito das categorias temáticas encontradas em nosso estudo. Esclarecemos que o processo de análise foi retomado diversas vezes ao longo da pesquisa, até atingirmos a estrutura que apresentamos neste momento. Em seguida, mostramos a organização de cada categoria, bem como a análise das entrevistas dos sujeitos, seguindo a organização proposta para este estudo. Finalizamos cada categoria apresentando as compreensões que atingimos a partir da análise realizada e da leitura dos referenciais teóricos que sustentam a presente pesquisa.

Ressaltamos que a estruturação das categorias temáticas e subcategorias foi feita por meio do cruzamento dos estudos teóricos e da análise dos dados empíricos. Os estudos teóricos nos permitiram construir alguns eixos norteadores que serviram como guia inicial no processo de análise, como já descrevemos anteriormente. Entretanto, os dados obtidos por meio dos discursos dos professores possibilitaram novas compreensões que resultaram numa organização mais refinada.

5.1 ESTRUTURA DA ANÁLISE ELABORADA

Nesta seção, apresentamos a estrutura da análise que elaboramos a partir do cruzamento dos estudos teóricos realizados e do discurso dos professores envolvidos, seguindo os encaminhamentos metodológicos da análise de conteúdo.

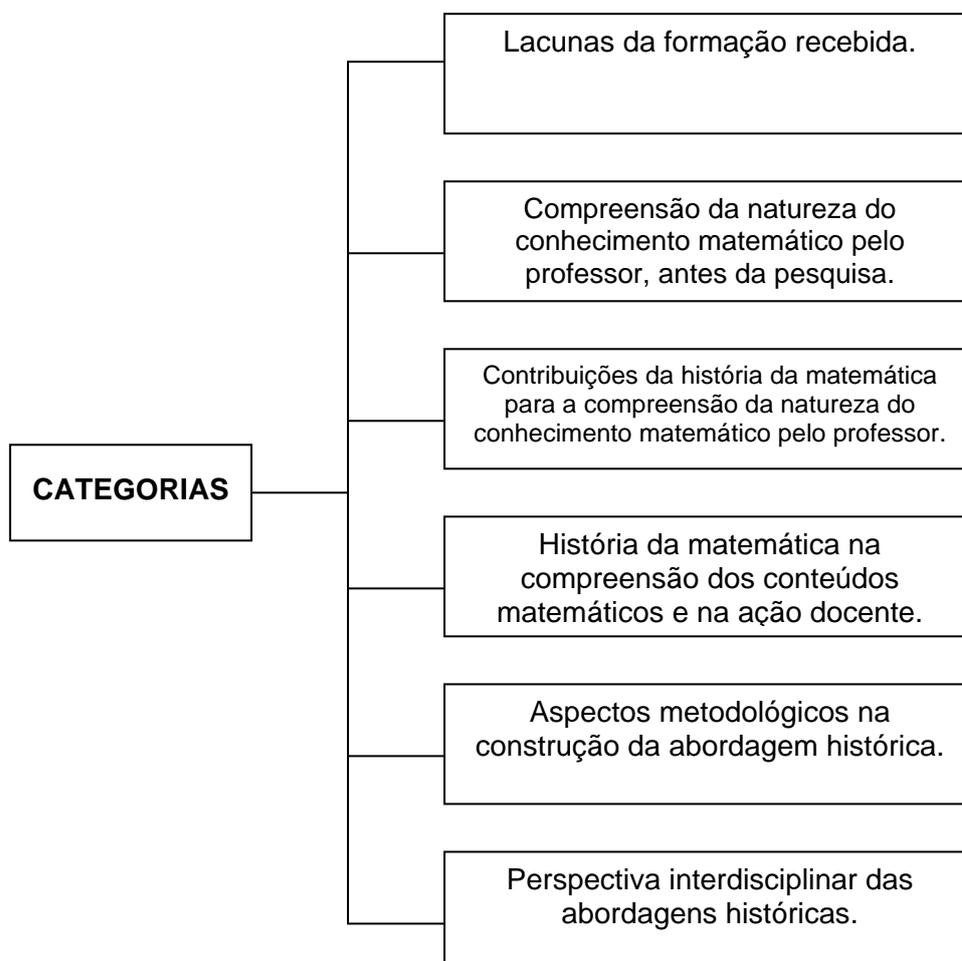
Dessa forma, conseguimos organizar a análise em categorias temáticas e subcategorias. Salientamos que o processo de estruturação das categorias não foi trivial, tivemos que retomar diversas vezes os dados empíricos e

os estudos teóricos visando detalhar melhor a análise, visando um refinamento que atendesse ao objetivo da nossa investigação.

Nesta seção apresentamos a análise possibilitada pelos dados empíricos, bem como os trechos dos discursos dos professores participantes da pesquisa, de acordo com a categorização estruturada. Lembramos ao leitor que o perfil dos professores foi apresentado no capítulo 4 desta tese.

A análise desenvolvida, bem como a articulação entre os dados e os referenciais teóricos da pesquisa, vão subsidiar as inferências que apresentamos ao final de cada categoria. A figura a seguir mostra as categorias que construímos e que começamos a apresentar ao leitor na sequência:

Figura 4 – Categorias da análise realizada



5.1.1 Categoria I – Lacunas da formação recebida

Essa categoria apresenta os dados que evidenciam a presença de lacunas na formação recebida pelos professores. De acordo com a fundamentação teórica relativa à formação de professores de matemática, as pesquisas indicam que eles, na maioria dos casos, recebem uma formação que não é suficiente para contemplar toda a complexidade de uma situação real de ensino e de aprendizagem – Fiorentini, Nacarato e Pinto (1999); Brito e Alves (2008); Paiva (2008); Manrique e André (2008). Observamos no *corpus* da pesquisa discursos dos professores participantes que apresentavam elementos indicadores de que a formação recebida por eles não foi suficiente para o seu exercício profissional. Essa categoria não apresentou a formação de subcategorias. Desse modo, analisamos os dados em busca de unidades que evidenciassem lacunas da formação recebida por eles.

Os dados que exemplificam essa categoria podem ser observados no quadro que apresentamos na sequência:

Quadro 6 – Discursos que remetem à categoria “lacunas da formação recebida”

Categoria: lacunas da formação recebida	
P1	<p><i>Quando eu estudei, fiz minha graduação, aprendi muita coisa, mas quando comecei a dar aula havia <u>diversas perguntas</u> que eu <u>não sabia responder</u>, porque não tinha conhecimento suficiente para dar conta. De onde veio isso daí? Esse conteúdo? Onde eu aplico?</i></p> <p><i>[...] no início da minha carreira eu reproduzia exatamente o que eu tinha ouvido de outros professores. Os alunos me perguntavam “por que isso?”, e aí, como eu <u>não sabia responder</u>, eu dizia “porque é assim e pronto”.</i></p>
P2	<p><i>[...] o aluno não entendia o motivo e eu também, como professora, <u>não sabia explicar</u> os motivos, o porquê, a importância da trigonometria, tanto na história quanto também no contexto atual.</i></p> <p><i>[...] como aluna eu <u>tive poucas explicações</u> com relação à história e também não me recordo de ter visto nada da parte histórica da trigonometria. O conteúdo foi dado de uma forma muito <u>superficial</u>, sem aprofundamento, <u>sem nenhuma ligação</u> histórica e também na faculdade estadual na qual me formei a trigonometria foi dada <u>sem contexto algum</u>.</i></p> <p><i>Nessa reconstrução eu procurei ver, por exemplo, a respeito dos conceitos, o que significava a palavra seno, cosseno, tangente, porque eu mesma também <u>não sabia</u> o que significava, nunca tinha ouvido falar [...]</i></p>
	<p><i>Acredito que apenas a formação recebida no curso superior <u>não é suficiente</u> para o atual cenário do mercado de trabalho em educação. Quando estamos diante de uma sala de aula é que vamos perceber isso. Tem muitas coisas que <u>não aprendemos</u> durante a licenciatura, muitas coisas que nossos alunos</i></p>

P3	<p><i>questionam em relação à matemática e que <u>não damos conta de responder</u>.</i></p> <p><i>Claro, é preciso saber os conteúdos, mas apenas isso não é suficiente, é necessário entender os “porquês”, é necessários justificar as coisas perante nossos alunos, também acredito que é preciso saber ensinar, e eu só fui compreender isso quando estava diante de uma sala de aula. Então, minha busca foi visando <u>complementar</u> essa formação, que vi <u>não ser suficiente</u>.</i></p> <p><i>[...] em uma sala regular, os alunos questionam certas coisas que <u>eu não sabia, e ainda não sei</u>, responder. Aí fica aquela matemática dogmática: é assim e pronto, ou é assim porque sempre foi assim. E queremos que os alunos gostem de matemática...</i></p>
P4	<p><i>Também tinha aquelas questões que o aluno me perguntava: professora, para que serve esse conteúdo, onde uso isso, por exemplo, que eu muitas vezes não conseguia responder. Quer dizer, eu também não sabia, eu “repassava” o conteúdo como os meus professores tinham feito comigo, <u>sem contextualização, sem justificativas</u>, nada, somente a preocupação com a parte estrutural da matemática.</i></p> <p><i>Durante a graduação, a gente não vê nada disso, é somente fórmulas, cálculos, demonstrações, os professores não explicam os porquês, como aquele conhecimento foi construído, nada disso. A nossa <u>formação inicial é muito falha</u> nesse aspecto.</i></p> <p><i>Mas ainda <u>sentia falta</u> de encontrar um sentido para os conteúdos, de justificar perante meus alunos por que aqueles conteúdos matemáticos eram importantes, em que contexto eles foram construídos, se os pesquisadores da época tiveram ou não dificuldades, com quais outros conhecimentos eles se relacionam, etc. Então <u>eram dúvidas</u> da própria matemática, quer dizer, da construção do conhecimento matemático[...]</i></p>
P5	<p><i>[...] no modelo que eu tinha estudado matemática <u>eu achava que sabia</u> dentro daquele modelo, mas para explicar para o aluno <u>eu não sabia</u>, quer dizer, <u>eu sabia de uma maneira mecânica</u>. Por exemplo, como é que eu ia explicar o surgimento da ideia de seno diferente daquela de cateto oposto sobre hipotenusa?</i></p> <p><i><u>Eu não tinha</u> essa noção explicativa, <u>eu sabia de uma maneira meio mecânica</u> que a gente aprendia desde o ensino fundamental, quando estudei trigonometria na oitava série até a graduação. Então eu sabia por aquele modelo de ensino da década de setenta, quando eu estudei.</i></p>
P6	<p><i>[...] queria ser professor de matemática, mas queria ser um professor que realmente ensinasse matemática e não que fosse um mero “aplicador de fórmulas”, e a graduação <u>não me preparou</u> direito para isso.</i></p> <p><i>Também tinha a questão de que a <u>graduação não prepara</u> você para enfrentar uma sala de aula. A gente aprende os conteúdos, mas de <u>forma muito mecânica</u>, que não dá certo na hora de ensinar os alunos, eles querem mais do que aquilo.</i></p> <p><i>Aí, quando os alunos me perguntavam, aquelas perguntas com as quais todo professor de matemática se depara: Para que estudar isso? Para que serve isso? Onde eu vou usar isso? <u>Eu não sabia responder</u>. Então respondia como me responderam quando era aluno: para passar no vestibular, é assim e pronto, mais para frente se você for um engenheiro vai saber, etc.</i></p>

As falhas na formação recebida são recorrentes em todos os discursos analisados. A formação recebida é indicada pelos professores como sendo a formação inicial, a graduação. Somente no discurso de P5 é que não percebemos, de forma explícita, a graduação apontada como o momento de formação que não proporcionou elementos suficientes para o enfrentamento das situações reais de sala de aula.

Mas a percepção de que os conhecimentos da formação inicial não eram suficientes ocorreu no exercício profissional, diante dos questionamentos dos alunos. É um processo de tomada de consciência de que existem lacunas da formação recebida por eles até então. Em todos os discursos podemos observar que os professores não conseguiam responder a muitas perguntas dos seus alunos, perguntas que extrapolavam a aplicação de fórmulas, a parte “mecânica”, mas que procuravam um sentido, uma justificativa para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

Observamos, nos relatos de P1, P3, P4 e P6, que, diante da impossibilidade de responder aos questionamentos dos alunos, acabavam dando respostas superficiais como “é assim e pronto”, “mais adiante você vai saber”, “é assim porque sempre foi assim”, entre outras, reproduzindo o que ouviram de seus professores quando eram alunos. P5 esclarece que a maneira como ele sabia o conteúdo servia para ele, mas para ensinar para os alunos, não estava adequada. P2 evidencia em sua fala que o aluno não sabia, não entendia o porquê, e nem ele, como professor, compreendia também.

P3 acrescenta que esse ensino dogmático da matemática, que não consegue atender aos questionamentos dos alunos, contribui para que os mesmos não gostem de aprender matemática.

Na opinião de P4, a graduação foca somente nas fórmulas, cálculos e demonstrações e não apresenta outras discussões que podem colaborar para a formação do professor de matemática.

- **Análise desta categoria:**

Ao analisar os relatos dos professores, percebemos que a formação que eles receberam, na opinião deles, não forneceu elementos suficientes para a atuação em sala de aula. Essa questão é salientada em vários aspectos.

Primeiramente, a formação inicial recebida estava mais direcionada para a realização de cálculos, numa perspectiva mecânica da matemática, sem discussões nem reflexões a respeito de como ensinar aqueles conteúdos em sala de aula. Os professores sentiram falta de um estudo matemático que mostrasse um pouco dos motivos da aceitação de certos fatos, da relação do conhecimento matemático com outras áreas, da relevância desse conhecimento na época de seu desenvolvimento e atualmente. Essa observação evidencia que as contribuições dos estudos históricos vão além da compreensão da estrutura, da axiomatização, da linguagem matemática.

Para os autores Miguel e Miorim (2008, p. 53), o que ocorre muitas vezes é que essa formação inicial não considera “outros elementos de extrema importância para o professor que deverá atuar em instituições escolares”. Esse fato foi percebido pelos sujeitos entrevistados ao não conseguirem responder satisfatoriamente as dúvidas de seus alunos, principalmente quando esses questionamentos extrapolavam a parte mecânica da matemática.

Essa categoria evidencia a necessidade dos professores de superar uma formação voltada para “uma abordagem estritamente técnica e aparentemente neutra da cultura matemática” (MIGUEL; MIORIM, 2008, p. 159), e, os estudos teóricos indicam que o contato com a história da matemática pode colaborar para a superação de algumas dessas dificuldades enfrentadas por eles.

A conscientização de que a formação recebida não foi suficiente para o enfrentamento das situações reais de ensino é fruto de uma reflexão dos professores a respeito de sua prática. Ao não conseguirem responder aos questionamentos dos alunos, ao não conseguirem justificar a importância do conhecimento matemático para os mesmos, estes professores perceberam que saber axiomas, teoremas, fórmulas, entre outros, não é suficiente para proporcionar um ensino contextualizado e significativo da matemática.

Os estudos teóricos a respeito da inserção de componentes históricos na formação docente arrazoam que tais elementos trazem implicações positivas na formação do professor de matemática. Dessa forma, consideramos que a vivência prática do professor lhe proporcionou a conscientização da existência de algumas lacunas em sua formação. A formação docente pode ser melhorada com estudos teóricos e metodológicos, e a história da matemática configura-se como uma opção relevante.

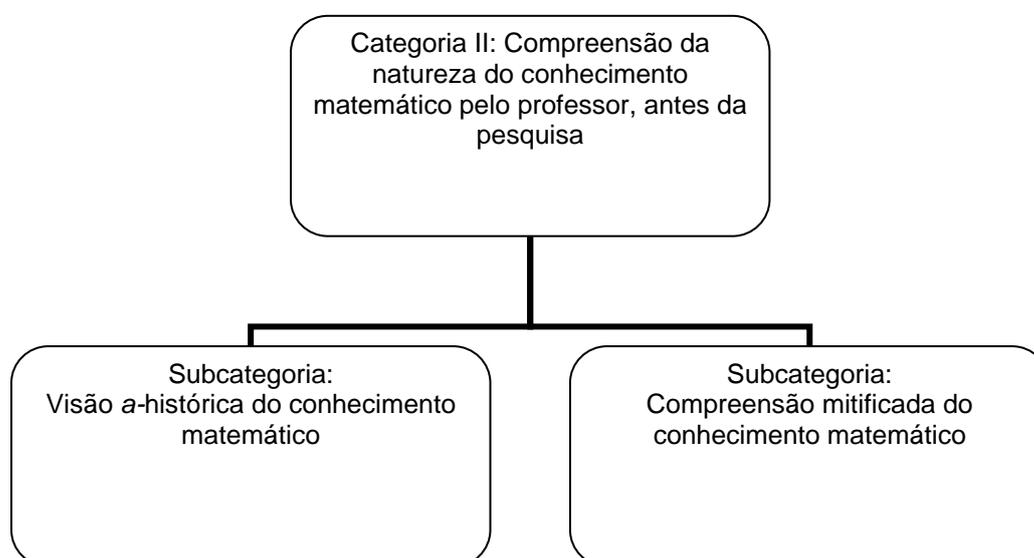
5.1.2 Categoria II – Compreensão da Natureza do Conhecimento Matemático pelo Professor, Antes da Pesquisa

Essa categoria contempla alguns aspectos que remetem à formação do professor no sentido de evidenciar a compreensão dos mesmos em relação à natureza do conhecimento matemático, antes de realizarem a pesquisa em história da matemática.

A literatura salienta que os professores não apresentam uma visão adequada de como se dá o desenvolvimento da matemática, e que essa visão influencia a sua atuação pedagógica – Bicudo (1999); Charalambous, Panaoura e Philippou (2009); Barbin (2000); Bursal (2010). Assim, esta categoria procura contemplar questões como essas, analisando os discursos dos professores que evidenciam elementos dessa compreensão.

Esta categoria apresenta a seguinte estrutura (Figura 5):

Figura 5 – Estrutura da categoria II



A seguir, descrevemos cada subcategoria que a compõe, bem como os discursos dos professores que as exemplificam.

- Visão a-histórica do conhecimento matemático:

Nesta subcategoria, procuramos observar se os professores entrevistados apresentavam a visão do conhecimento matemático destituído de seu

desenvolvimento histórico. Então consideramos falas que remetem a uma compreensão estática da matemática, na qual não ocorrem mais avanços.

Para a análise, consideramos as unidades de análise que explicitavam uma visão a-histórica do conhecimento matemático, por parte dos professores. Observem no quadro a seguir os fragmentos dos discursos dos entrevistados que explicitam essa subcategoria:

Quadro 7 – Discursos que remetem à subcategoria “visão a-histórica do conhecimento matemático”

Subcategoria: visão a-histórica do conhecimento matemático	
P1	<i>[...] a maneira que eu havia <u>aprendido na graduação</u>, você tinha um conceito, era aquele <u>conceito estático</u>, tinha uma noção muito grande de uma <u>matemática estática</u> quando estudei na <u>minha graduação</u>.</i>
P2	<i>[...] mas todo esse contato que eu tive durante a investigação é que me fez realmente mudar aquela <u>visão que eu tinha</u> de uma matemática <u>já pronta</u>, que <u>ninguém mais descobre nada</u>.</i>
P3	<i>Antes, eu também tinha aquela <u>visão de matemática estática</u>, na qual os conhecimentos estão <u>prontos</u>, que caíram do céu, acredito que seja devido a essa estrutura dedutiva apresentada na escola.</i>
P4	<i>Antes eu tinha uma visão de <u>matemática estática</u>, de um corpo de conhecimento <u>pronto e acabado</u>. Isso era na <u>graduação</u>.</i>
P5	<i>Olha, eu acho que quando eu entrei na faculdade para fazer <u>licenciatura</u> eu também achava isso, que a matemática era um corpo de conhecimento <u>pronto e acabado</u>, mas não de um modo tão rígido. Então eu fui com essa certeza incerta de uma matemática <u>pronta e acabada</u>, mas na <u>licenciatura</u>, os professores da matemática pura acabam querendo doutrinar os alunos de que <u>só existe uma matemática</u> [...]</i>
P6	<i>Antes da pesquisa eu tinha uma noção meio equivocada do que era o conhecimento matemático. Ele <u>sempre foi apresentado para mim</u>, em toda a minha vida de aluno, como um conhecimento <u>pronto e acabado</u>, aquela fórmula já apareceu <u>pronta</u>, cabia a nós apenas aplicar. Eu <u>não tinha</u> um entendimento da matemática como um conhecimento dinâmico, que foi se desenvolvendo ao longo de muitos anos, pelo trabalho árduo de muitas pessoas, isso nunca foi <u>dito para mim</u>.</i>

Por meio das falas, podemos perceber que todos os professores alegaram ter uma compreensão do conhecimento matemático estático, sem evoluções, e que essa compreensão inadequada foi desenvolvida ao longo da vida

como estudante. Os professores P1, P4 e P5 apresentam a graduação como o momento no qual essa noção foi desenvolvida.

Já P3 fala do modo como a matemática é apresentada na escola, e P6 coloca que em sua vida como aluno, a matemática foi sempre apresentada como um conhecimento do qual só cabia a aplicação por parte do aluno. Somente em P2 não é possível identificar, de forma explícita, a relação dessa visão de matemática com o seu desenvolvimento como aluno.

- Compreensão mitificada do conhecimento matemático:

Outro aspecto que também observamos na análise foi se os professores apresentavam uma compreensão mitificada da matemática, descrevendo-a como um conhecimento produzido por mitos. Como já dissemos anteriormente, os professores apresentam uma visão pouco adequada do conhecimento matemático, e a criação de mitos configura-se como um componente dessa inadequação, uma vez que não apresenta a visão de coletividade na construção do conhecimento.

Dessa forma, essa subcategoria tem como objetivo evidenciar se os professores participantes da pesquisa apresentam a compreensão mitificada da matemática.

Apresentamos no quadro a seguir (Quadro 8) os trechos das falas dos professores que evidenciam a presença da compreensão mitificada do conhecimento matemático.

Quadro 8 – Discursos que remetem à subcategoria “compreensão mitificada do conhecimento matemático”

Subcategoria: compreensão mitificada do conhecimento matemático	
P1	<i>[...] a visão que os alunos têm é de que de fato as teorias vêm do céu, que uma fada faz plim e ela aparece. <u>Eu também tinha essa visão.</u></i>
P2	<i>[...] aquela visão que eu também tinha de uma matemática pronta e acabada, de uma matemática na qual quem fez foram pessoas muito <u>diferentes, especiais.</u> Essa <u>visão de mito</u> acaba sendo passada para nós durante muito tempo, os livros de matemática também apresentam essa visão, aí o aluno acaba também tendo essa compreensão, <u>assim como eu tinha.</u></i>
P3	<i>[...] aquela visão passada nos livros de <u>supergênios</u> que em um <u>estalo mental</u> inventam coisas mirabolantes as quais jamais seremos capazes de aprender. Eu também <u>tinha essa visão,</u> também via a matemática dessa forma, quando meus professores apresentavam, por exemplo, Teorema de Tales, achava que aquele teorema já tinha sido <u>criado prontinho</u> daquele jeito por Tales e ninguém explicava que não era assim.</i>
P4	<i>Tinha aquela <u>noção de mito</u> que é passada para nós durante toda a nossa vida escolar, lei de fulano, teorema de sicrano [...].</i>
P5	<i>Acho que em toda a nossa formação é passada essa <u>visão de gênios</u> que fazem matemática [...].</i>
P6	<i>Então a <u>minha visão</u> era igual a visão dos alunos: o conhecimento matemático é muito difícil, é feito por <u>pessoas geniais,</u> aparecem como por <u>encantamento,</u> portanto não devemos questionar, apenas aceitar e tentar aplicá-lo.</i>

Os discursos dos professores nos permitem observar que a visão de mitos foi desenvolvida, em sua maioria, ao longo da formação acadêmica.

Nas falas de P1 e de P6 é possível observar que esses professores consideram que a visão mitificada que apresentam é semelhante à compreensão que os alunos têm. Isso nos leva a analisar os discursos de P2, P3, P4 e P5, quando afirmam que essa compreensão mitificada foi desenvolvida ao longo da vida estudantil. Ainda encontramos nas falas de P2 e de P3 a colocação de que os livros de matemática auxiliam no desenvolvimento dessa compreensão mitificada.

P3 aponta que a visão de matemática feita por “supergênios” sugere a impossibilidade de pessoas comuns aprenderem esse conhecimento. Já P6 assinala que essa compreensão conduz ao entendimento de que, sendo o conhecimento matemático “muito difícil”, não é passível de questionamentos, cabendo apenas a aceitação e a aplicação do mesmo.

- **Análise desta categoria:**

Pelos dados empíricos, foi possível observar que os professores apresentavam uma compreensão pouco adequada da natureza do conhecimento matemático. Segundo King (1991), as pesquisas têm mostrado que a visão que os professores têm a respeito da natureza da ciência é apenas pouco melhor do que a de seus alunos.

Eles apontam a formação recebida durante a graduação, considerando que a mesma não colaborou no sentido de proporcionar um entendimento adequado do conhecimento matemático. Os professores consideram que a formação inicial, bem como a formação recebida ao longo de suas vidas acadêmicas, não disseminam a ideia de coletividade no desenvolvimento científico e matemático, auxiliando a compor um quadro de mitos, de seres “iluminados”, de uma matemática inventada por pessoas extraordinárias, sem um contexto histórico de construção do conhecimento.

Como aponta a literatura, a compreensão que o professor tem de como se desenvolve o conhecimento científico é relevante, pois traz implicações em sua atuação pedagógica (LIANG et al., 2009; DASS, 2005). Esse fato é salientado na fala dos professores, uma vez que consideram que sua compreensão de conhecimento matemático é semelhante à de seus alunos e que foi desenvolvida durante a sua vida acadêmica.

Dessa forma, consideramos, assim como a literatura, que o contato com a área de história da matemática pode contribuir para o desenvolvimento de um entendimento mais adequado da natureza do conhecimento matemático por parte do professor. Este é o tema de nossa próxima categoria de análise.

5.1.3 Categoria III – Contribuições da História da Matemática para a Compreensão da Natureza do Conhecimento Matemático pelo Professor

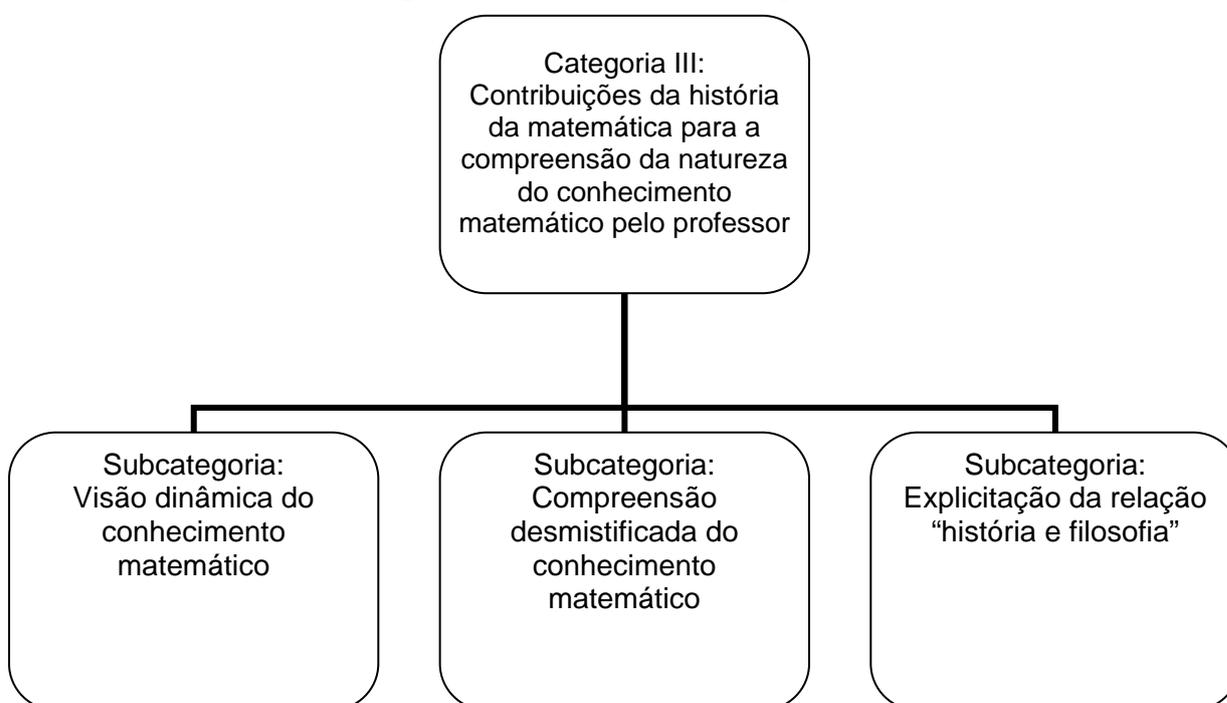
Esta categoria apresenta uma aproximação com a anterior, no sentido de uma continuidade. Naquela, destacamos que os professores apresentavam uma compreensão a-história e mitificada do conhecimento matemático. Já argumentamos, apoiadas nas pesquisas científicas, que o entendimento do professor acerca da natureza do conhecimento matemático precisa

ser melhorado e que os estudos históricos podem ser relevantes para isso – Batista e Luccas (2004); Matthews (1995); Martins (2007); Liu (2009).

Uma vez que os sujeitos desta pesquisa tiveram a oportunidade de estudar o desenvolvimento histórico de um conteúdo matemático, nossa intenção foi analisar, nesta categoria, se os mesmos explicitam, de alguma forma, a contribuição da história da matemática para a compreensão da natureza do conhecimento matemático.

Durante a análise do *corpus*, encontramos elementos relevantes que foram organizados em três subcategorias, conforme a figura 6 a seguir:

Figura 6 – Estrutura da categoria III



Na sequência do texto, vamos abordar cada uma das subcategorias estruturadas no estudo, assim como os trechos dos discursos dos professores que remetem a cada uma delas.

- Visão dinâmica do conhecimento matemático:

Como a literatura apresenta que o contato com os referenciais de história da matemática auxilia o professor a ter uma compreensão mais adequada

do desenvolvimento desse conhecimento, nesta subcategoria procuramos observar se isso de fato ocorreu com os professores pesquisados.

Assim, nossa intenção era buscar elementos que evidenciassem se os professores, após o contato com a história da matemática, apresentaram uma compreensão diferente daquela que foi desenvolvida no decorrer da formação acadêmica, uma compreensão dinâmica do conhecimento matemático.

Como resultado, percebemos, por meio da análise dos discursos, que os professores mostram que tiveram uma compreensão dinâmica após o contato com os conhecimentos de história da matemática.

No quadro a seguir (Quadro 9) apresentamos os trechos que evidenciam a compreensão dinâmica do conhecimento matemático:

Quadro 9 – Discursos que remetem à subcategoria “visão dinâmica do conhecimento matemático”

Subcategoria: visão dinâmica do conhecimento matemático	
P1	<i>[...] eu <u>mudei</u> radicalmente de uma <u>visão passiva</u> da matemática para uma visão completamente <u>dinâmica</u>.</i>
P2	<i>A <u>reconstrução histórica</u> foi me mostrando, a cada dia que eu achava algo novo nos livros, nas fontes, que a matemática <u>não estava</u> pronta e acabada, mas que ela tinha uma <u>evolução</u> [...].</i> <i>[...] a <u>reconstrução histórica</u> me ajudou a entender essa <u>evolução da ciência</u>, do desenvolvimento da matemática, da trigonometria.</i>
P3	<i>A <u>pesquisa histórica</u> nos faz perceber que o conhecimento matemático não é pronto e acabado, mas que se desenvolve em um <u>processo dinâmico</u>.</i> <i>Isso mudou, <u>percebi</u> que o caminho é o caminho da <u>investigação</u>, das <u>tentativas</u>, do uso dos conhecimentos já estruturados <u>por outros</u> na formação dos novos conhecimentos [...].</i>
P4	<i>[...] a <u>pesquisa histórica</u> me auxiliou nessa compreensão, quer dizer, pude viajar até o ano 600 a.C. e vir pouco a pouco montando uma história que, especificamente, desconhecia. Essa pesquisa contribuiu para que eu compreendesse o <u>desenvolvimento da matemática</u> de uma outra forma, de um <u>modo dinâmico</u>, com acertos, erros, <u>avanços</u>, etc.</i>
P5	<i>A matemática <u>não é pronta e acabada</u> pelo seguinte: se fosse, os matemáticos não estariam mais produzindo mais matemática. Agora, essa consciência a gente só vai adquirindo na medida em que a gente lê, a gente discute com outras pessoas, a gente ouve e a <u>história me ajudou</u> muito nessa compreensão.</i>
P6	<i>Hoje não, hoje eu tenho uma <u>compreensão</u> do conhecimento matemático bem <u>diferente de antes</u>, e isso eu acho que contribuiu para a minha prática profissional. E isso foi possível graças à <u>pesquisa histórica</u>.</i>

Por meio das falas apresentadas podemos perceber que os professores, após terem contato com a história da matemática, conseguiram ter uma compreensão do conhecimento matemático dinâmico, com evoluções, no qual os conhecimentos já desenvolvidos em outras épocas e por outros pensadores auxiliam na construção de novos conhecimentos, como salientou P3.

Todos eles apontam a pesquisa histórica como elemento relevante para essa compreensão, como ao usarem as expressões “a reconstrução histórica foi me mostrando”, “a reconstrução histórica me ajudou a entender” colocadas por P2, ou “a pesquisa histórica me auxiliou” usada por P4, entre outros.

- Compreensão desmistificada do conhecimento matemático:

Já que na categoria anterior encontramos algumas falas dos professores a respeito do desenvolvimento, ocorrido durante sua formação acadêmica, da compreensão mitificada do conhecimento matemático, procuramos estudar, nesta subcategoria, se os mesmos, após o contato com a pesquisa em história da matemática, conseguiram atingir uma percepção desmistificada, como apontam os fundamentos teóricos de nossa pesquisa.

Procuramos, nos discursos dos professores, trechos que indicam se os mesmos atingiram uma compreensão desmistificada e se a história da matemática proporcionou isso.

Os resultados da análise por nós realizada encontram-se no próximo quadro:

Quadro 10 – Discursos que remetem à subcategoria “compreensão desmistificada do conhecimento matemático”

Subcategoria: compreensão desmistificada do conhecimento matemático	
P1	<i>E a <u>história</u> faz com que a gente perceba isso, que para um conceito chegar aonde ele chegou foi necessário <u> muito trabalho, muita dedicação, colaboração</u> entre muitas pessoas, pessoas reais, que erram, que acertam. Foi bem interessante, para mim foi muito interessante[...]. Então isso <u>muda aquela visão de mito</u>, pois muita gente trabalha e contribui para que aquela teoria fique cada vez mais concisa, consistente.</i>
P2	<i>[...] <u>mudar</u> aquela visão que eu tinha de uma matemática pronta e acabada, de uma matemática feita por pessoas muito <u>diferentes, especiais</u>. A <u>história</u> foi me mostrando que não era bem assim, que muitos matemáticos exerciam outras profissões, que eram <u>pessoas normais</u>, que tinham <u>dificuldades</u>, mas que se <u>dedicavam</u> à pesquisa, ao estudo.</i>
P3	<i>Também tem a questão da criação de mitos, que a <u>história</u> me ajudou a compreender que os conhecimentos matemáticos são frutos de <u>erros, acertos</u>, de <u>muito trabalho</u>, de <u>anos de pesquisas</u>, de <u>dedicação</u>.</i>
P4	<i>Tinha aquela <u>noção de mito</u> que é passada para nós durante toda a nossa vida escolar, lei de fulano, teorema de sicrano, essa <u>visão vai mudando</u> quando estudamos a <u>história</u>. E isso foi importante para a minha <u>compreensão</u> e também para não dar uma compreensão errada para meus alunos.</i>
P5	<i>[...] a pesquisa <u>histórica</u> ajuda a ver que não é bem assim, um conhecimento para ser posto, aceito, precisa passar por <u>muitas contribuições</u>, não é tarefa de um único ser humano <u>extraordinário, fantástico</u>. Isso a pesquisa possibilitou.</i>
P6	<i>[...] a <u>história</u> me fez perceber os fatos e os contextos em que os conceitos matemáticos foram criados, a necessidade por que eles foram criados e ainda mais <u>desmistificando</u> aquela velha visão de que os conceitos matemáticos nascem do nada, ou seja, me fez enxergar o quão <u>ádua</u> e penosa é a criação de um conceito dessa natureza e que essa aquisição é um <u>esforço conjunto</u> de <u>várias pessoas</u> ao longo de um vasto intervalo de tempo.</i>

As falas evidenciam que os professores pesquisados conseguiram atingir um novo patamar de compreensão a respeito do desenvolvimento do conhecimento matemático. Segundo eles, a pesquisa histórica auxiliou na mudança de uma compreensão mitificada para uma compreensão de que o conhecimento matemático evolui por meio da dedicação e da contribuição de muitas pessoas. A pesquisa histórica contribuiu para disseminar a ideia de coletividade na construção do conhecimento, em oposição à ideia de mito.

No trecho do discurso de P4 encontramos a preocupação desse professor com relação à importância dessa compreensão para si e também para não passar uma compreensão inadequada para seus alunos, corroborando as indicações das pesquisas científicas.

- Explicitação da relação “história e filosofia”:

O contato com as pesquisas e estudos teóricos da história da matemática pode conduzir o professor na reflexão de algumas questões de natureza filosófica. A análise do *corpus* evidenciou a presença, nos discursos dos professores, de elementos que indicam a relação entre os estudos históricos e reflexões filosóficas e o uso de termos usados na filosofia da ciência.

Destarte, apresentamos nesta subcategoria, os resultados encontrados, conforme o quadro a seguir:

Quadro 11 – Discursos que remetem à subcategoria “explicitação da relação história e filosofia”

Subcategoria: explicitação da relação “história e filosofia”	
P1	<i>Então eu comecei a perceber que os conceitos são inerentes a determinados <u>paradigmas</u>, tem conceito que é válido só para aquele <u>paradigma</u>, porém esse conceito pode não ser válido em outro <u>paradigma</u>, pode variar, os conceitos são dinâmicos, dependendo do tempo.</i>
P2	<i>[...] eu me interessei muito pelo assunto que são os <u>valores cognitivos</u> que constituem a ciência, como por exemplo, a <u>adequação empírica</u>, a <u>simplicidade</u>, <u>poder explicativo</u> [...]. Fui percebendo na <u>reconstrução histórica</u> que a trigonometria explicava vários fenômenos, quer dizer, ela tinha esse poder de explicar o que estava acontecendo com os fenômenos naturais, com relação à previsão do tempo, então a história foi mostrando esses <u>valores</u>, às vezes no início, às vezes já na metade da reconstrução histórica.</i>
P3	<i>Não digo exatamente que minha visão de matemática mudou, mas sim foi ampliada. Digamos que foi instaurado, no meu conhecimento, um <u>novo paradigma</u> de matemática, mas que não derrubou o anterior, apenas <u>ampliou</u>.</i>
P5	<i>Essas inquietações vão surgindo e uma coisa boa também que a pesquisa histórica me possibilitou é a compreensão de <u>questões filosóficas</u>. Quer dizer, os impasses que surgiram no desenvolvimento dos conceitos matemáticos podem ser analisados pela filosofia e isso ajuda o professor a compreender melhor esse conhecimento. Essa <u>formação filosófica</u> é importante para o professor e a história possibilita isso. É a ideia de que a <u>verdade</u> está sempre próxima, então a gente trabalha baseado na tentativa de <u>construir modelos mais próximos do mundo real</u> e essa tentativa é o que faz com que a gente reinvente matemática a toda hora, caso contrário, o mundo era sempre do mesmo jeito. Esse é o argumento que eu digo hoje, mas é um <u>exercício de compreensão</u> e isso é</i>

	<i>muito <u>filosófico</u>.</i>
P6	<i>A pesquisa histórica possibilita algumas <u>reflexões filosóficas</u> sobre o que é o conhecimento matemático que eu não tinha antes. Essa <u>parte filosófica</u> é pouco explorada na graduação, eu não tinha isso, uma <u>visão crítica</u> de conhecimento, aí quando eu fiz a pesquisa histórica eu pude perceber. [...] achar que a matemática é um conhecimento pronto, que não há influências culturais, sociais e econômicas, que não houve um contexto de necessidade para os avanços, esses pontos podem ser esclarecidos pela <u>reflexão filosófica</u>.</i>

Os trechos de P1 e de P3 apresentam a noção de paradigma, que é um termo usado no âmbito da filosofia da ciência. Entretanto, não é possível esclarecer se essa noção de paradigma remete aos estudos realizados por Thomas Kuhn⁶⁴, ou se ao uso popular que diz respeito a um padrão, a um modelo a ser seguido.

P2 explicitamente apresenta compreensão obtida por meio dos estudos históricos e filosóficos no que diz respeito aos valores cognitivos da ciência⁶⁵, que também é um campo de estudo da área de filosofia da ciência. Para este professor, identificar na história a presença dos valores cognitivos foi um elemento que lhe interessou bastante.

O discurso de P5 traz muitos pontos importantes, como a noção de verdade na matemática, os estudos das concepções filosóficas, os impasses surgidos no decorrer do desenvolvimento dos conceitos, que são questões filosóficas que auxiliam o professor a compreender a matemática.

Para P6, as questões filosóficas são pouco exploradas na graduação, o que prejudica uma formação crítica do professor. Acrescenta ainda as influências sociais, culturais e econômicas na construção do conhecimento matemático, que, segundo ele, podem ser discutidas por meio da reflexão filosófica

⁶⁴ Em seu livro “A estrutura das Revoluções Científicas”, Thomas Kuhn (2003) apresenta a sua compreensão de paradigma como sendo o conjunto de crenças, valores, técnicas, etc, que são compartilhados pelos membros de uma comunidade. Entretanto, ao descrever algumas críticas recebidas em relação ao seu trabalho, aponta que a maior dificuldade de seu texto refere-se ao conceito de paradigma, que, segundo as críticas recebidas, apresenta diferentes definições ao longo do texto.

⁶⁵ De acordo com Lacey (2008), os valores cognitivos podem ser compreendidos como uma alternativa para a distinção de juízos científicos assumidos como corretos ou não, podendo configurar-se uma nova forma de compreender a racionalidade humana. Apresenta uma lista desses valores: adequação empírica, consistência, simplicidade, fecundidade, poder explicativo e certeza. Como essa lista não é fechada, outros valores cognitivos podem ser enunciados de acordo com o conceito ou a teoria que está sendo estudada.

e auxiliam na compreensão de que o conhecimento matemático não é isento de influências externas (neutralidade).

Não encontramos no discurso de P4 algo que pudesse evidenciar noções de filosofia da ciência. Esse fato não significa que essas noções não foram desenvolvidas, pode ser que o professor não tenha feito o relato por esquecimento ou por falta de questionamento por parte do entrevistador.

Embora os professores, em sua maioria, tenham desenvolvido pesquisas em história da matemática, podemos perceber que os estudos históricos proporcionaram algumas reflexões filosóficas, ou, pelo menos, uma aproximação com a filosofia da ciência ao usarem a terminologia própria da área.

P2 desenvolveu, juntamente com a pesquisa histórica, um estudo sobre os valores cognitivos da ciência, justificando o seu interesse por esse assunto mais particular da filosofia da ciência.

- **Análise desta categoria:**

Pelos depoimentos dos professores, podemos observar que a pesquisa em história da matemática colaborou no sentido de proporcionar uma compreensão do conhecimento matemático como um processo dinâmico e em constante evolução. Todos os professores ouvidos afirmaram que esta visão de matemática foi possível após os estudos históricos realizados por eles.

Na compreensão de Liu (2009), a matemática comumente é vista como um corpo absoluto e rígido de conhecimentos, e a compreensão da natureza da matemática pode ser impulsionada por meio de estudos históricos.

Nessa mesma perspectiva, Batista e Luccas (2004), Matthews (1995), Martins (2007), entre outros, apontam que os componentes históricos são relevantes para a formação docente, uma vez que podem colaborar para uma visão mais adequada do conhecimento científico. Nossa análise nos permite afirmar que, para este grupo de professores, os conhecimentos históricos proporcionaram o entendimento da matemática como um corpo de conhecimento dinâmico, cuja evolução se faz por meio da colaboração entre muitos pesquisadores, ao longo de muitos anos de dedicação.

Nesse sentido, percebemos que os estudos históricos trouxeram novos e relevantes conhecimentos acerca da natureza do conhecimento

matemático. Para Liang et al. (2009), desenvolver uma compreensão adequada, por parte dos professores, acerca da natureza da ciência é uma tendência mundial. Assim, consideramos que a pesquisa realizada pelos professores, que envolveu estudos históricos, colaborou para o desenvolvimento de uma visão adequada da natureza do conhecimento matemático por parte dos mesmos.

Conforme Charalambous, Panaoura e Philippou (2009), a forma de o professor conceber a matemática influencia a maneira como ele compreende o processo de ensino e de aprendizagem e, conseqüentemente, a sua ação pedagógica.

Segundo Dass (2005), existe uma relação entre a compreensão da natureza da ciência que o professor possui e sua atuação em sala de aula. Para Barbin (2000), a história pode colaborar para alterar a compreensão do próprio professor a respeito da matemática. Esse fato pode influenciar no modo como ele ensina matemática e, conseqüentemente, no modo como o aluno a compreende.

Com relação aos aspectos filosóficos, a análise evidenciou que ao estudar a história da matemática, questões filosóficas podem ser evidenciadas, colaborando para uma compreensão mais crítica do professor em relação ao conhecimento matemático e, possivelmente, no processo de ensino de matemática.

Em suma, a análise desta categoria nos permite perceber que a pesquisa realizada pelos professores colaborou com alguns elementos teóricos para a compreensão adequada da natureza do conhecimento matemático. Essa compreensão, além de proporcionar ao professor um entendimento maior a respeito da área de conhecimento com a qual atua, pode trazer implicações para a sua atuação pedagógica.

5.1.4 Categoria IV – História da Matemática na Compreensão dos Conteúdos Matemáticos e na Ação Docente

Nesta categoria procuramos analisar duas perspectivas que se complementam: uma se refere à compreensão dos conteúdos matemáticos estudados pelos professores no decorrer da pesquisa histórica, e a outra diz respeito a uma abordagem mais adequada desse conteúdo junto aos alunos.

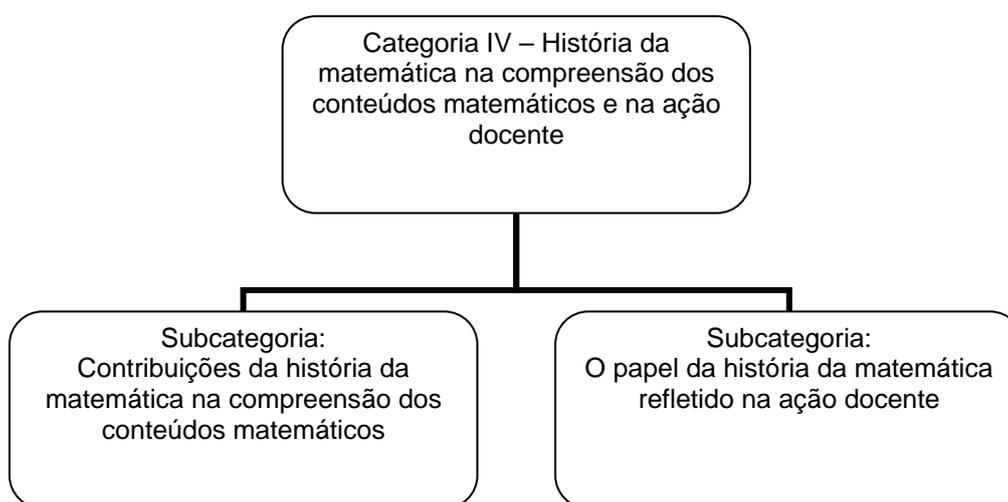
Encontramos na literatura discussões a respeito da formação conceitual do professor, que muitas vezes não é suficiente ou adequada para

responder às demandas de uma sala de aula – Miguel (2005); Matthews (1995); Bursal (2010); Brito e Carvalho (2009); Furingueti (2007).

Nesse sentido, a categoria abarca essa temática, evidenciando que, ao alcançarem uma compreensão dos conteúdos matemáticos além do que aquela que tinham até então, essa compreensão traz implicações diretas ou indiretas na atuação docente.

A estrutura da presente categoria pode ser vista na figura 7, a seguir:

Figura 7 – Estrutura da categoria IV



Na continuidade, apresentamos as subcategorias e as unidades que compõem essa categoria, bem como os trechos que as exemplificam.

- Contribuições da história da matemática na compreensão dos conteúdos matemáticos

Nesta subcategoria consideramos as evidências apresentadas pelos professores de que a investigação histórica de um conteúdo matemático proporcionou um entendimento mais “profundo” do mesmo, uma compreensão voltada às justificativas, à explicitação dos porquês, dos debates, etc, que não tinham antes de realizar a pesquisa.

Todos os professores ouvidos alegaram que o contato que tiveram com o desenvolvimento histórico de dado conteúdo matemático proporcionou um tipo de compreensão diferente daquele que tinham até então. A compreensão a que

se referem é aquela que extrapola a axiomatização e a aplicação mecânica dos conteúdos.

Essa compreensão mais profunda é discutida por Brito e Carvalho que concordam que os estudos referentes à história da matemática podem colaborar para esse entendimento:

Entendemos “saber profundamente” em um sentido que vai além de o professor demonstrar com exatidão teoremas, lidar com linguagem matemática de um modo mecânico e ter algum conhecimento sobre quem e em que época tal teorema ou propriedade matemática “foi descoberta”. Para nós o professor “saber profundamente Matemática” significa que além de conhecer teoremas, consegue relacionar diferentes campos desse conhecimento, refletir sobre os fundamentos da Matemática, perceber seu dinamismo interno e suas relações com outros campos do saber, transitar nos diferentes sistemas de registro de representação e, principalmente, entender o conhecimento matemático como um saber que coloca problemas e não apenas soluções. (BRITO; CARVALHO, 2009, p. 15-16).

Dessa forma, os resultados da análise desta subcategoria podem ser observados no seguinte quadro:

Quadro 12 – Discursos que remetem à subcategoria “contribuições da história da matemática na compreensão dos conteúdos matemáticos”

Subcategoria: contribuições da história da matemática na compreensão dos conteúdos matemáticos	
P1	<i>Eu tive que estudar muita matemática para poder desvendar principalmente a teoria do japonês⁶⁶, que tinha muito <u>diagrama</u>, <u>muito quadrado</u>, para <u>saber o que significava</u> tudo aquilo, eu tive que <u>aprender</u> muita coisa, inclusive <u>técnicas</u>, <u>métodos</u> matemáticos eu tive que aprender.</i>
P2	<i>Percebi então que <u>umentou</u> a minha capacidade de <u>entendimento</u> da matemática, do <u>conteúdo</u>, de entender os porquês, de entender qual foi a importância, quais foram os fatos marcantes, os impasses, o que estava acontecendo na época, que fenômenos eles estavam descobrindo, <u>para que a trigonometria</u> foi <u>importante</u> e também para quais ciências a trigonometria foi importante.</i>
P3	<i>Então, na pesquisa histórica eu percebi que primeiro foi necessário a compreensão das <u>relações qualitativas de dependência</u>, depois o <u>uso de tabelas</u> e da observação de <u>regularidades</u>, as <u>variáveis</u>, somente depois disso veio a <u>representação gráfica</u>, a introdução da <u>linguagem algébrica</u> e a <u>representação analítica</u>.</i>
	<i>Então, como o tema escolhido para ser desenvolvido foram as <u>secções cônicas</u>, eu precisei de uma fundamentação histórica sobre tal. E foi muito</i>

⁶⁶ P1 refere-se aos estudos a respeito de determinantes realizados por Seki Kowa.

P4	<p><i>bom fazer a parte histórica, me <u>esclareceu</u> muitas dúvidas com relação a esse conteúdo.</i></p> <p><i>Eu compreendi melhor <u>os conceitos</u>, nem tanto nos aspectos estruturais, do conhecimento matemático em si, pois já o dominava, a estrutura eu já dominava, mas compreendi, por exemplo, por que, historicamente, foi necessário realizar esses estudos, quais os problemas que os matemáticos enfrentavam na época, quais eram os motivos que os moviam, etc.</i></p> <p><i>[...] conheci alguns <u>métodos de traçados</u> utilizados ao longo da história, como traçados de figuras cônicas em quadro perfurado utilizando o método do jardineiro (séc. VI), o <u>método de Kepler</u> (usado já também no séc. VI). Então esse <u>novo conjunto de compreensões</u> que eu tive sobre o assunto de <u>secções cônicas</u> foi a história que me proporcionou.</i></p>
P5	<p><i>A história me possibilitou <u>entender</u> e explicar isso muito bem para o aluno, da ideia de <u>cosseno como seno reverso</u>, da ideia de complementaridade entre <u>seno e cosseno</u> para corresponder exatamente ao triângulo retângulo, explicar para o aluno que quando o <u>seno aumenta</u>, o <u>cosseno diminui</u> e vice-versa.</i></p> <p><i>Quando eu me deparei com a História mudou tudo, porque aí eu passei a entender detalhadamente, por exemplo, uma coisa importantíssima na minha formação histórica e que eu consegui passar para os meus alunos, que <u>seno e cosseno são fragmentos do raio</u>, todos aqueles valores da tabela correspondem a <u>fragmentos do raio</u>, que são exatamente as <u>projeções do raio nos eixos</u>.</i></p>
P6	<p><i>Logo, passei a encontrar algumas respostas bem razoáveis para esses questionamentos exatamente com o uso da história da matemática, quer dizer, a história <u>melhorou</u> a minha <u>compreensão</u> a respeito dos <u>números complexos</u> e isso me ajudou a dar algumas respostas para os alunos.</i></p> <p><i>[...] a pesquisa me ajudou muito na <u>compreensão desse conteúdo (números complexos)</u>!</i></p> <p><i>A <u>representação no plano cartesiano</u> também foi bem interessante, porque sem a história parece meio que uma regra meio que mecânica, mas só observando a formação desse processo histórico é que vemos toda a dedução desse processo de formação que já vem de outros conhecimentos mais consolidados como <u>vetores</u> o que também gera um maior poder de compreensão.</i></p>

O corpus analisado salienta que todos os professores perceberam que o contato que tiveram com desenvolvimento histórico dos conteúdos estudados por eles colaborou para a compreensão conceitual desses conteúdos e também no entendimento das razões, dos motivos pelos quais eles foram se desenvolvendo, da importância que os mesmos tiveram na época, da relação com outros conceitos, entre outros. Ou seja, uma compreensão que extrapola os aspectos estruturais e axiomáticos dos conteúdos em questão.

P1 esclarece que precisou de muitos estudos para compreender o raciocínio e as técnicas utilizadas na época e que, embora já conhecesse algumas delas, conseguiu ter uma compreensão de como foram estruturadas, qual era o raciocínio implícito em seu desenvolvimento e da importância delas no contexto de seu desenvolvimento e também no contexto atual.

Esses aspectos foram lembrados também por P2, que alega que a pesquisa histórica proporcionou um aumento em sua capacidade de entendimento da trigonometria. P3 salientou que esse estudo colaborou no sentido de demonstrar quais foram as etapas necessárias no desenvolvimento do conceito de função até termos hoje a linguagem algébrica e a representação analítica.

P4 aponta que a pesquisa histórica esclareceu, em relação ao conteúdo estudado, muitas dúvidas que extrapolam os aspectos estruturais, trazendo “um novo conjunto de compreensões” possibilitado pela história. O relato de P5 levanta um ponto importante, que é a relação entre a sua compreensão de questões relacionadas à trigonometria e as implicações dessa compreensão para seus alunos. Segundo ele, a história foi “decisiva” para o entendimento de várias relações presentes no estudo de trigonometria.

P6 aponta a compreensão, possibilitada pelos estudos históricos, da representação no plano cartesiano dos números complexos, que, de acordo com ele, sem a história, configura-se apenas como uma regra mecânica. Além disso, alega que tal entendimento possibilitou dar outras explicações para seus alunos.

Como esta categoria analisa tanto os aspectos relacionados à compreensão dos conteúdos matemáticos quanto à implicação que esta pode ter na ação pedagógica do professor, alguns elementos da presente subcategoria já evidenciam essa relação. Mas abordamos melhor isso na próxima subcategoria.

- O papel da história da matemática refletido na ação docente.

Nesta subcategoria buscamos aspectos nos discursos que evidenciam possíveis contribuições da história da matemática no processo de ensino dos conteúdos matemáticos estudados. Como já dissemos anteriormente, na enunciação dessa categoria, o entendimento, pelo professor, do conteúdo matemático em seus vários aspectos, pode influenciar a sua atuação pedagógica. Assim, procuramos, no *corpus*, unidades de análise que explicitassem a percepção

dos sujeitos entrevistados das contribuições da história no processo de ensino dos conteúdos matemáticos, ou seja, em sua ação docente.

Encontramos, na análise das entrevistas de todos os professores, trechos que evidenciam os reflexos da história da matemática em sua ação docente, que apresentamos na continuidade, no Quadro 13:

Quadro 13 – Discursos que remetem à subcategoria “o papel da história da matemática refletido na ação docente”

Subcategoria: o papel da história da matemática refletido na ação docente	
P1	<p><i>Então a ideia é historicamente os três aconteceram assim: sistemas, determinantes e matrizes. Se historicamente aconteceram assim, <u>pensava que o aluno tivesse maior facilidade</u>, maior interesse ao aprender esses conteúdos nesse sentido, <u>como aconteceu historicamente</u> [...].</i></p> <p><i>Então, na reconstrução, havia determinadas situações em que você percebe que historicamente os matemáticos ficaram enroscados vinte anos em determinado assunto. Se os matemáticos ficaram enroscados vinte anos, é possível que <u>no momento em que você estiver ensinando</u> aquele conteúdo, <u>os alunos apresentem dificuldades nele</u>.</i></p> <p><i>Sabendo disso, <u>você vai ter um cuidado maior com o aluno</u>, vai dialogar mais com ele nesse sentido para que ele <u>supere melhor esse obstáculo</u>.</i></p>
P2	<p><i>Então o estudo histórico me fez compreender a trigonometria de uma outra forma, eu penso que isso foi positivo para a minha formação como professora e <u>está influenciando</u> na maneira como eu <u>atuo em sala de aula</u> hoje.</i></p> <p><i>Hoje eu percebo que para ensinar trigonometria é preciso saber muito mais do que as relações fundamentais, as funções trigonométricas. É <u>preciso mostrar aos alunos</u> a importância desse conhecimento, por que ele está presente até hoje nos currículos, como e por que ele se desenvolveu, qual a relação dele com outros conteúdos, etc. Isso a <u>história me ajudou</u>.</i></p>
P3	<p><i>A história da matemática melhora isso, contribui para o <u>professor justificar, contextualizar, dar significado</u> a esses conteúdos. Nesse aspecto, eu hoje me considero um <u>professor melhor</u>.</i></p> <p><i>[...] <u>usar alguns aspectos</u> de como foi descoberto um conceito matemático, pode <u>facilitar o entendimento do aluno</u>, visto que, <u>apresentar um conceito já formalizado, pronto e acabado</u>, pode <u>dificultar a aprendizagem</u> e tornar a matemática algo dogmático.</i></p>
P4	<p><i>Boa parte das minhas aulas se diferenciavam dos meus colegas professores, como já te falei, mas mesmo assim elas se diferenciavam porque eu usava atividades dinâmicas, experimentos, investigações, etc. Mas ainda <u>sentia falta de encontrar um sentido</u> para os conteúdos, <u>de justificar</u> perante meus alunos por que aqueles conteúdos matemáticos eram importantes, em que contexto eles foram construídos, se os pesquisadores da época tiveram ou não dificuldades, com quais outros conhecimentos eles se relacionam, etc. Então eram dúvidas da própria matemática, quer dizer, da construção do conhecimento matemático que,</i></p>

	<i>às vezes, uma atividade dinâmica ou um experimento por si só não davam conta também de responder. E a <u>história me ajudou</u> muito nisso.</i>
P5	<i>[...] começamos a perceber a <u>importância que a história tem</u>, principalmente quando começamos a entender melhor o desenvolvimento dos conceitos matemáticos, podendo dar uma <u>explicação melhor</u> para os alunos. [...] a história pode esclarecer conceitualmente a gente e na medida em que ela nos esclarece conceitualmente, ela nos abre a possibilidade de uma <u>reformulação do nosso exercício docente</u>.</i>
P6	<i>[...] eu <u>queria saber, eu queria ter outras respostas melhores</u> e a história da matemática contribuiu um pouco com isso, quer dizer, não sei tudo, falta muita coisa, mas pelo menos com relação aos números complexos eu já consigo ter uma <u>atuação melhor</u> junto aos meus alunos. Hoje eu compreendo que para <u>ensinar matemática</u> precisa <u>muito mais</u> do que saber o conteúdo, o <u>professor tem que conhecer</u> novas estratégias de ensino, <u>precisa compreender</u> como seu aluno aprende e a história da matemática me mostrou algumas possibilidades.</i>

Todos os professores apresentaram alguns elementos que indicam as contribuições que a pesquisa em história da matemática trouxe para a sua formação e para a sua ação docente. Para P1, a sequência histórica de evolução dos conceitos pode ser mais adequada para o processo de ensino, pois os alunos podem ter mais facilidade e interesse se os conteúdos forem apresentados segundo a ordem histórica de seu desenvolvimento. Chama a atenção também para o fato de que os estudos históricos podem indicar pontos de dificuldades na aprendizagem e aponta, como contribuição, o fato de que, ao saber disso, o professor pode ter mais cuidado com seus alunos.

P2 esclarece que percebeu que ensinar trigonometria vai além de ensinar as relações fundamentais, as funções trigonométricas, e essa percepção foi possibilitada pelos estudos históricos. Afirma ainda que esse fato está influenciando a sua atuação em sala de aula. No entendimento de P3, a história possibilita uma alternativa de compreensão diferenciada em relação ao ensino tradicional e que pode auxiliar na compreensão dos alunos. Para ele, essa percepção colaborou para sua formação, considerando-se um professor mais bem preparado.

O discurso de P4 é muito interessante, pois este professor relata que já buscava em sua ação docente elementos diferenciados para abordar os conteúdos matemáticos, como o uso de experimentos, atividades de investigação, entre outros. No entanto, aponta que mesmo essas atividades diferenciadas não conseguiam dar algumas justificativas e explicações em relação aos conhecimentos.

E indica a investigação histórica como uma contribuição para complementar a prática diferenciada que realizava.

Para P5, o entendimento do conteúdo por meio da história permite ao professor dar explicações mais adequadas para seus alunos. Acrescenta, como contribuição, que a compreensão dos conteúdos possibilitada pela história permite ao professor reformular a sua ação docente. P6 discorre a respeito da possibilidade que a história oferece de colocar o aluno em uma situação similar àquela ocorrida no contexto histórico. Acrescenta também que os estudos históricos que fez sobre os números complexos permitiu que ele tenha uma atuação mais adequada junto aos alunos. Ainda aponta a história como uma opção para o processo de ensino de matemática.

- **Análise desta categoria:**

De acordo com os relatos, a pesquisa histórica proporcionou aos professores uma compreensão mais profunda dos conteúdos pesquisados. Isso ocorreu com todos os professores. Essa compreensão, além de referir-se aos conteúdos matemáticos propriamente ditos, como a trigonometria, as seções cônicas, números complexos, entre outros, possibilitou o entendimento dos porquês, dos fatos marcantes, dos impasses, e o encontro de algumas respostas que antes não tinham, como apontou a categoria I de nossa análise.

A compreensão do processo de construção do conhecimento, e não apenas do produto final, foi evidenciada nas falas dos sujeitos, que acrescentam que o estudo do processo pode minimizar a mera aplicação mecânica da matemática.

Segundo alguns relatos, esse entendimento mais profundo dos conteúdos matemáticos influencia a prática pedagógica do professor, uma vez que ele se sente mais preparado para responder aos questionamentos dos seus alunos e com mais autonomia frente aos conteúdos.

Carvalho (2000) alega que a perspectiva histórica permite aos professores perceber que a maneira como um conceito é apresentado hoje é consequência das ideias anteriores, possibilitando observar a matemática atual e a do passado, as diferenças nos usos das notações, terminologias, entre outros, proporcionando ao professor uma melhor compreensão conceitual.

Os dados evidenciaram que os professores sentiam falta de compreenderem mais a matemática, os conteúdos matemáticos com os quais trabalham para poderem abordá-los com mais segurança na sala de aula.

A experiência vivenciada nos estudos históricos do conhecimento matemático, numa formação complementar, incorporou alguns elementos relevantes para suprir as necessidades formativas dos professores envolvidos. Em consequência de um melhor entendimento dos conteúdos matemáticos, a abordagem dos mesmos perante os alunos também foi influenciada.

Pelos nossos resultados, podemos considerar que os estudos relacionados ao desenvolvimento histórico dos conteúdos matemáticos apresentaram-se como uma opção viável de fonte de conhecimento para o professor, pois possibilitam a procura por um sentido, pelos porquês, pelas justificativas, pela compreensão do conhecimento numa perspectiva holística, que ultrapasse a mera aplicação de fórmulas e reprodução dos conteúdos e conceitos.

Os dados empíricos explicitam que as contribuições aduzidas pelos professores englobam tanto a utilização de atividades similares às históricas, a sequência de apresentação dos conteúdos, a identificação de possíveis pontos de dificuldade para o aluno, quanto a possibilidade de conseguir dar explicações mais coerentes em relação aos conteúdos para seus alunos. Assim, a história proporciona um enriquecimento conceitual ao professor e, na medida em que isso ocorre, promove mudanças na maneira como o mesmo ensina os conteúdos matemáticos aos alunos, influenciando a sua ação docente.

5.1.5 Categoria V: Aspectos Metodológicos na Construção da Abordagem Histórica

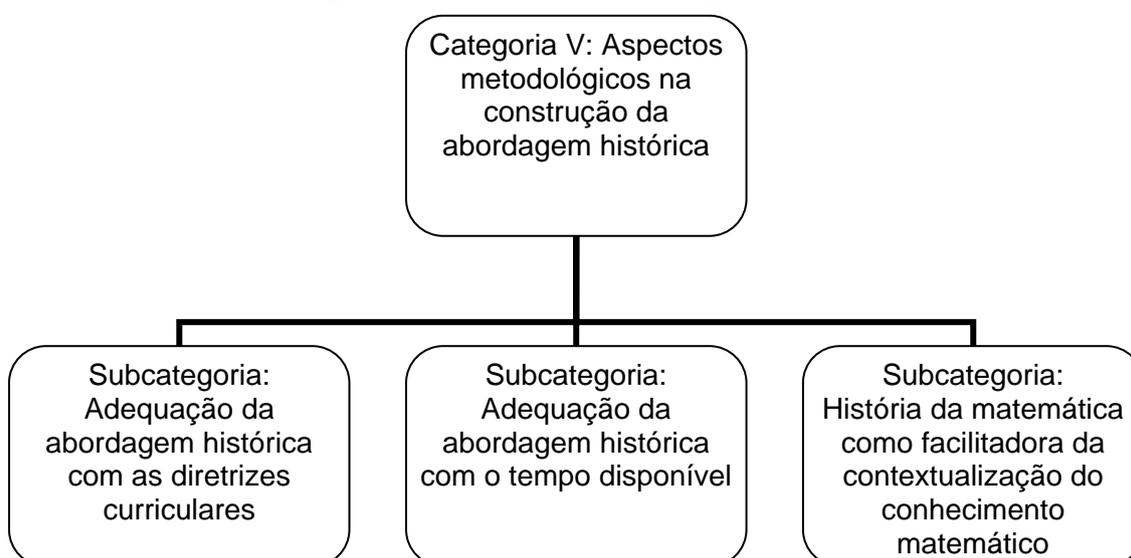
Consideramos, nesta categoria, as questões que envolvem os aspectos didáticos e pedagógicos do professor ao se propor a construir uma abordagem histórica de conteúdos matemáticos para ser aplicada em sala de aula. Realizar tal empreendimento exige do professor alguns cuidados didático-pedagógicos e escolhas metodológicas que vão refletir em suas ações.

Dessa forma, esta categoria contempla alguns aspectos que remetem à formação do professor num sentido mais extrínseco, no qual os conhecimentos que possui são explicitados por meio de suas escolhas na tentativa de usar efetivamente a história da matemática em sala de aula.

O desenvolvimento de uma abordagem histórica que visa à aprendizagem de conteúdos matemáticos pressupõe a articulação, por parte dos professores, de muitos conhecimentos que ultrapassam os conhecimentos históricos e do conteúdo, e exigem adequações entre diferentes perspectivas metodológicas e conceituais – Dass (2005); Fried (2008); Cury e Motta (2008) e Carvalho (2000).

Esta categoria procura evidenciar os aspectos metodológicos que podem ser suscitados no processo de elaboração de abordagens históricas e as possíveis implicações na formação metodológica do professor, em seus vários aspectos. Apresentamos a organização da categoria na figura a seguir:

Figura 8 – Estrutura da categoria V



As subcategorias que compõem esta categoria, bem como alguns exemplares dos discursos dos professores que remetem a cada uma delas, são apresentados na sequência do texto.

- Adequação da abordagem histórica com as diretrizes curriculares.

Durante a análise dos dados empíricos, encontramos algumas falas que evidenciavam a preocupação, por parte dos professores, de elaborar uma abordagem pedagógica, apoiada na história da matemática, que fosse aplicada em turmas regulares (próprias ou cedidas por outro docente). Sendo assim, os professores revelaram alguns cuidados metodológicos, como atender os conteúdos

mínimos previstos para aquela série, naquele período, conforme os currículos oficiais.

Assim, nesta subcategoria consideramos os discursos dos professores que demonstram esse cuidado, cujos dados podem ser observados no Quadro 14 que apresentamos a seguir:

Quadro 14 – Discursos que remetem à subcategoria “adequação da abordagem histórica com as diretrizes curriculares”

Subcategoria: adequação da abordagem histórica com as diretrizes curriculares	
P1	<p><i>Então o que a <u>diretriz de matemática</u> propunha para ser trabalhado eu <u>tinha que contemplar lá</u>, só que eu tinha que contemplar segundo a minha abordagem histórico-filosófica.</i></p> <p><i>[...] primeiro eu tive que detectar quais eram os <u>pontos essenciais</u> desse conteúdo para concatenar, fazer essa articulação do que <u>era necessário</u> trabalhar em sala de aula com os alunos, que a <u>diretriz</u> colocava que deveria trabalhar, com esses pontos que eu havia encontrado na pesquisa histórica e depois <u>fazer a adequação contextual</u>.</i></p>
P2	<p><i>[...] eu precisei olhar nos livros didáticos o que estava sendo ensinado, qual era a sequência dos tópicos, para eu ter pelo menos um contato inicial com o que estava sendo pedido, para que essa <u>reconstrução histórica</u> não fugisse totalmente, ou que não perdesse o foco em relação <u>ao conteúdo que é considerado básico</u> pela secretaria de educação do Paraná.</i></p> <p><i>[...] porque no <u>conteúdo curricular</u> existe a representação gráfica e a gente trabalha com a representação gráfica, só que eu procurei dar um <u>enfoque histórico</u> para a representação gráfica [...].</i></p>
P3	<p><i>Também tinha que estar atento para contemplar o <u>conteúdo de função</u> mesmo, que é normalmente dado, quer dizer, o que está <u>previsto no programa</u>.</i></p>
P4	<p><i>Mas temos que ser cuidadosos, pois em turmas regulares temos um <u>programa a cumprir</u> e somos cobrados em relação a isso, eu não posso abordar temas que não são previstos para aquele nível, tenho que seguir as <u>orientações curriculares</u>.</i></p>
P5	<p><i>Claro que eu tinha que seguir a <u>unidade de trigonometria</u> prevista por esses <u>programas da época</u>, que era o que previa a escola e os livros, vai até inequações trigonométricas.</i></p> <p><i>Eu tinha a preocupação de <u>conseguir cumprir</u> a maioria dos <u>conteúdos</u> que eram <u>previstos</u> para aquele bimestre, de trigonometria, pelo menos os básicos, pois eu era cobrado sobre isso.</i></p>
P6	<p><i>Também os conteúdos trabalhados na sequência de atividades devem estar de acordo com o que traz os <u>currículos básicos</u>, quer dizer, não posso chegar em sala de aula com uma proposta diferente, afirmando trazer contribuições para o ensino de matemática, mas que não contemple os <u>conteúdos mínimos necessários</u>.</i></p>

Em todos os relatos percebemos a preocupação dos professores em desenvolver uma proposta para o uso da história da matemática que atendesse às determinações do currículo básico. Em nossa interpretação, esse fato demonstra o compromisso dos professores em usar a história da matemática em situações rotineiras da escola, dos alunos. Quer dizer, a metodologia escolhida pelo professor, no caso a história da matemática, não foi encarada como algo a mais, como uma atividade extraordinária, mas que fosse encarada como uma atividade viável no processo de ensino e de aprendizagem dos conteúdos previstos, nas condições reais de uma sala de aula.

No discurso de P1, é fácil observar o compromisso com o que era necessário ensinar, o que precisava ser feito, mas com uma abordagem diferenciada. P2 também salienta a preocupação de que a abordagem diferenciada não perdesse o “foco” com o que era determinado como conteúdo básico. Cita como exemplo a representação gráfica, que é um conteúdo previsto no currículo, mas que pode ser abordado via história da matemática.

P4 e P5 afirmam que, em turmas regulares, os professores são cobrados em relação aos conteúdos básicos e, sendo a proposta aplicada em turmas regulares, esse cuidado tinha que ser observado. Em nossa compreensão, o trecho colocado por P6 apresenta uma síntese relevante a respeito disso. Em sua fala, ele afirma que, ao propormos uma situação diferenciada em sala de aula, ao afirmarmos que tal situação traz contribuições importantes para o processo de ensino e de aprendizagem, essa situação precisa dar conta dos conteúdos mínimos necessários, senão, não cumpriu o seu papel.

A atenção dada pelos professores a atender aos conteúdos mínimos exigidos pelos currículos básicos, visto que trabalharam com turmas regulares, conduz a uma outra questão também relevante para o professor, que é a adequação da proposta com o tempo disponível. Esse é o tema da próxima subcategoria, que apresentamos na continuidade.

- Adequação da abordagem histórica com o tempo disponível.

O tempo disponível para a aplicação de uma proposta diferenciada, como a desenvolvida pelos professores investigados, também foi um aspecto apontado como importante de ser considerado, uma vez que, ao trabalharem em

turmas regulares, eles dispunham do mesmo tempo de que dispорiam para trabalhar aquele conteúdo em situações convencionais de ensino.

Sendo assim, esta subcategoria observou se os professores demonstraram esse cuidado metodológico.

Na análise de todas as entrevistas encontramos explicitada essa preocupação com o tempo de aplicação da abordagem histórica. Os relatos podem ser apreciados no quadro que segue:

Quadro 15 – Discursos que remetem à subcategoria “adequação da abordagem histórica com o tempo disponível”

Subcategoria: adequação da abordagem histórica com o tempo disponível	
P1	<p>[...] aí eu gastei uma semana a mais de <u>tempo</u>, eu gastei três aulas a mais na minha proposta pedagógica. Então, o <u>tempo era uma preocupação</u>.</p> <p>[...] eu não sabia se seria o <u>mesmo tempo</u> de aplicação, se eu usaria o <u>mesmo tempo</u> do que no ensino tradicional. Eu tinha a impressão de que eu ia gastar umas três semanas a mais, pelo contrário, tive só uma semana a mais.</p>
P2	<p>Um outro cuidado que eu tive também foi em relação ao <u>tempo</u> porque eu tinha que montar, eu tinha que fazer uma sequência didática que fosse possível <u>dentro daquele bimestre</u> [...].</p>
P3	<p>Assim, a proposta tinha que aliar muitos fatores, como a integração da história com as questões da Aprendizagem Significativa, com o <u>tempo de aplicação</u> da proposta, que não podia ser muito maior do que as atividades “normais”, os conteúdos previstos no programa.</p>
P4	<p>Mas eu acho que o <u>tempo foi escasso</u>, principalmente nas turmas regulares, que eu <u>dispunha de um bimestre</u>, penso que em uma aula “tradicional” eu teria ido mais rápido sim, mas o resultado seria menos satisfatório do que foi com a abordagem. Então a gente perde um pouco no tempo, mas ganha, e muito, na qualidade da aprendizagem do aluno.</p> <p>Então penso que o <u>cuidado com o tempo gasto</u> no desenvolvimento de uma abordagem como essa é uma dificuldade sim, mas que isso não deve ser usado como desculpa para não ser feito em sala de aula. Os ajustes são sempre necessários.</p>
P5	<p>O meu trabalho eu desenvolvi, nos dois anos, em <u>um bimestre</u>, que era o <u>bimestre previsto</u> para trabalhar trigonometria no programa da escola.</p> <p>Foram dois meses de trabalho, eu tinha que <u>obedecer aos dois meses</u> da escola e desenvolver um trabalho onde eu ia trabalhar a unidade de trigonometria.</p> <p>Então eu planejei a abordagem para <u>dois meses</u> de aula, de trabalho, e consegui desenvolver até círculos trigonométricos, como eu tinha blocos de atividades, então eu desenvolvia exatamente aquilo que eu tinha previsto para os dois meses, porque <u>não podia passar de dois meses</u>.</p>

P6	<i>O tempo também, a proposta não pode levar um <u>tempo muito grande</u>, não pode ser muito demorada, tem que ser <u>aproximada do tempo</u> que normalmente é usado nesse conteúdo.</i>
----	--

A preocupação com o tempo disponível para o desenvolvimento da abordagem histórica esteve presente nas falas de todos os professores. É uma preocupação genuína, uma vez que a opção em recorrer a uma abordagem diferente pode levar mais tempo do que em atividades rotineiras comumente utilizadas em sala de aula. Essa diferença entre o tempo gasto em uma aula comum, tradicional, e em uma aula numa outra perspectiva é evidenciada por P3 e P4, que afirmam que numa aula “tradicional” o tempo gasto seria menor. Na continuidade, P4 acrescenta que o resultado obtido recorrendo à abordagem foi mais satisfatório e que a dificuldade com o tempo não deve ser encarada, por parte do professor, como um impedimento para a realização de atividades diferenciadas, como a que realizou.

P1 deixa bem claro que não tinha noção de quanto tempo levaria a aplicação da proposta, acreditava que demoraria um bom tempo a mais e ficou surpreso ao constatar que levou apenas uma semana além do que gastaria numa abordagem tradicional. P2 e P5 demonstraram a inquietação de preparar atividades que fossem possíveis dentro do tempo disponível, no caso, um bimestre. Para P6, o tempo de aplicação da abordagem histórica deve se aproximar do tempo gasto normalmente no desenvolvimento de um determinado conteúdo.

- História da matemática como facilitadora da contextualização do conhecimento matemático.

Esta subcategoria refere-se à percepção dos professores de que a história da matemática pode configurar-se como um elemento contributivo no processo de contextualização do conhecimento matemático. Os estudos teóricos a respeito de suas potencialidades pedagógicas indicam a capacidade de contextualizar os conteúdos matemáticos como sendo uma delas – Vianna (1995); Grugnetti e Rogers (2000); Fauvel e Maanen (2000); Miguel e Miorim (2008) e Matthews (1995).

Em face disso, esta subcategoria analisou os discursos dos professores procurando elementos que evidenciassem essa percepção.

No quadro apresentado a seguir, estão os dados empíricos que exemplificam a análise:

Quadro 16 – Discursos que remetem à subcategoria “história da matemática como facilitadora da contextualização do conhecimento matemático”

Subcategoria: história da matemática como facilitadora da contextualização do conhecimento matemático	
P1	<p><i>Aprender a técnica é importante, a técnica, o método é importante, mas só isso não basta para o ensino de matemática. É importante <u>contextualizar</u> e a <u>história ajuda</u> muito.</i></p> <p><i>Agora quando você dá envolvimento nessa <u>abordagem histórica</u>, com um peso maior nos conceitos, no desenvolvimento dos conceitos, fica muito mais do que a técnica para os alunos, fica também a <u>contextualização</u>.</i></p>
P2	<p><i>[...] eu queria fazer a <u>contextualização histórica</u> para que eu pudesse, ao montar a abordagem, a sequência didática que foi aplicada no ensino médio, que o aluno compreendesse esse desenvolvimento e a importância da trigonometria ao longo do tempo.</i></p> <p><i>[...] eu procurei inicialmente identificar o que era cada palavra daquelas, seno, cosseno, dentro do <u>contexto histórico</u> porque a gente sabe que na matemática principalmente vem do latim, vem do árabe, vem de outras civilizações. Então eu queria entender e mostrar para o aluno o que significava cada palavra daquela referente às funções trigonométricas, mas de <u>forma contextualizada</u> e não apenas só a memorização dos nomes.</i></p>
P3	<p><i>Em certos momentos, a apresentação dedutiva é extremamente necessária. Mas o que não pode ocorrer é o professor ficar só nisso, não saber <u>contextualizar</u> o conhecimento para seu aluno, não conseguir explicar por que aquele conhecimento é importante, em que ele contribui, por que ele surgiu, e isso quase nunca é feito.</i></p> <p><i>A <u>História da Matemática</u> melhora isso, contribui para o professor justificar, <u>contextualizar</u>, dar significado a esses conteúdos.</i></p>
P4	<p><i>[...] eu usei apenas algumas atividades históricas, mas me chamou a atenção o fato de que essas atividades históricas conseguiram <u>contextualizar</u> um pouco esse conhecimento matemático e o aluno entendeu um pouco disso. Quer dizer, o <u>contexto histórico</u> traz algumas compreensões que não são possíveis apenas por meio de atividades experimentais.</i></p>
P5	<p><i>E a história me ajuda nisso porque a <u>história vai mostrar</u> como é que essas reinvenções foram surgindo e de que modo todas essas reinvenções vão me ajudar a trabalhar com os alunos em sala de aula, quer dizer, <u>auxiliam na contextualização</u> dessas reinvenções.</i></p> <p><i>Um outro exemplo do que chamou a atenção foi sobre ângulos, sobre uma ideia que tem lá que fala de minuto e segundo, isso também chamou a atenção deles porque era uma curiosidade que eles relacionaram com a contagem do tempo e a medida do ângulo que era na base sessenta, então eles gostaram dessa informação, pois era um assunto que eles já</i></p>

	<i>conheciam, mas que foi <u>contextualizado pela história</u>.</i>
P6	<i>Busquei na história esses elementos que mostrassem o <u>contexto</u> no qual os números complexos foram criados, qual era a necessidade disso, o que estavam pesquisando, como eles foram sistematizados, em que eram aplicados, etc.</i> <i>Buscamos uma maneira de tornar esse <u>conteúdo contextualizado historicamente</u> e que isso facilitasse a aprendizagem dos alunos.</i>

Em todos os discursos encontramos fragmentos demonstrando a percepção dos professores de que a contextualização do conhecimento matemático pode ser favorecida pela história da matemática. Os dados revelam que os professores atribuem à história da matemática a capacidade de contextualizar os conteúdos matemáticos e que essa contextualização é importante para o processo de ensino e de aprendizagem.

P1 compreende que a abordagem pela história auxilia a contextualização do conteúdo, colaborando para que o aluno aprenda além das técnicas. P2 aponta que a terminologia usada na matemática pode também ser favorecida por meio da história, uma vez que os alunos podem conhecer os contextos nos quais os termos foram criados e não apenas memorizá-los. Além disso, coloca que a contextualização histórica colabora para a compreensão dos conceitos e para o reconhecimento da importância dos mesmos.

Os trechos de P3 e P6 evidenciam a necessidade de contextualização dos conteúdos para a percepção da importância deles, das contribuições que eles trouxeram para a matemática e para outras áreas, e que essas compreensões podem colaborar para a aprendizagem. P4 retoma a discussão a respeito das atividades experimentais, dizendo que a contextualização possibilitada pela história favorece algumas compreensões que as atividades experimentais, sozinhas, não favorecem.

E P5 nos coloca que o contexto histórico colaborou também no sentido de os alunos compreenderem algumas noções que já tinham, como a base sessenta, mas que foi contextualizada pela história na explicação sobre ângulos abordada na trigonometria.

- **Análise desta categoria:**

Por meio da análise que realizamos, pudemos observar que a proposição de uma abordagem de ensino diferenciada, como a pautada na história da matemática, requer alguns cuidados metodológicos que foram observados pelos professores. Como o objetivo de qualquer abordagem de ensino é proporcionar aprendizagem, os professores mostraram essa preocupação, de que a proposta que desenvolveram colabore, com elementos consistentes, para a aprendizagem matemática.

Encontramos essa discussão feita por muitos pesquisadores que evidenciam as potencialidades pedagógicas do uso da história da matemática em sala de aula – Fauvel e Maanen (2000); Brolezzi (2003); Miguel e Miorim (2008), entre outros. Segundo eles, a abordagem dos conteúdos matemáticos via história tem potencialidades pedagógicas que devem ser aproveitadas pelos professores.

Outro ponto levantado pelos sujeitos investigados, refere-se ao tempo de aplicação da proposta em sala de aula. Eles revelaram a preocupação de que a proposta pudesse ser desenvolvida em um tempo próximo ao gasto normalmente para o desenvolvimento daqueles conteúdos.

Segundo Fried (2008), a preocupação com o tempo é apontada por muitos professores como um empecilho para a abordagem histórica. Isso ocorre pelo fato de eles compreenderem a história da matemática pela estratégia da adição, na qual ela figura como um elemento curricular a mais a ser trabalhado pelo professor em sala de aula.

Entretanto, este não é o caso dos nossos professores, que desenvolveram uma abordagem com finalidades pedagógicas, ou seja, com a finalidade de ensinar determinado conteúdo ou conceito. Os conceitos são trabalhados via abordagem histórica, como uma alternativa metodológica para a educação matemática. Essa maneira de conceber a inclusão da história da matemática nos processos de ensino e de aprendizagem é apontada por Fried (2008) como a estratégia da acomodação.

Essa compreensão, a nosso ver, foi possibilitada pelo fato de os professores terem contato com os aportes teóricos da história da matemática na educação matemática. Esse entendimento pode ter sido proporcionado por meio dos estudos teóricos que realizaram.

Vimos que as pesquisas que envolvem as discussões a respeito das potencialidades pedagógicas da história da matemática atribuem a ela a capacidade de contextualizar os conteúdos, uma vez que realizar a contextualização não é uma tarefa trivial para os professores.

Segundo Matthews, a história pode colaborar para a “superação do ‘mar de falta de significação’ que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam” (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Bicudo (1999), Miguel e Miorim (2008), Brito e Carvalho (2009), entre outros, consideram que a formação inicial recebida pelos professores muitas vezes não favorece a capacidade de justificar e contextualizar os conteúdos matemáticos em sala de aula. Os estudos históricos podem contribuir para minimizar essa dificuldade dos professores.

Esse fato foi evidenciado também pelos sujeitos, que perceberam que a história da matemática colabora para a compreensão contextualizada dos conteúdos trabalhados.

Pelos resultados obtidos nesta categoria, consideramos que os professores que tiveram contato com as pesquisas na área de história da matemática na educação matemática, tiveram a oportunidade de desenvolver – além da compreensão dos conteúdos matemáticos, da natureza do conhecimento matemático, que já discutimos nas categorias anteriores – o entendimento das potencialidades que ela pode ter no processo de ensino e de aprendizagem, que vão além da abordagem da história como curiosidade ou motivação.

Os professores envolvidos nos estudos teóricos e metodológicos dessa área compreenderam o uso potencialmente pedagógico da história da matemática, trazendo contribuições para sua formação metodológica.

5.1.6 Categoria VI: Perspectiva interdisciplinar das Abordagens Históricas

A presente categoria procura evidenciar os aspectos interdisciplinares que envolvem as abordagens históricas em duas perspectivas. Numa delas, procuramos assinalar a visão interdisciplinar do professor em relação ao conteúdo por ele estudado via história da matemática. Esse é um ponto relevante apontado pela literatura. Os estudos históricos possibilitam ao professor observar as

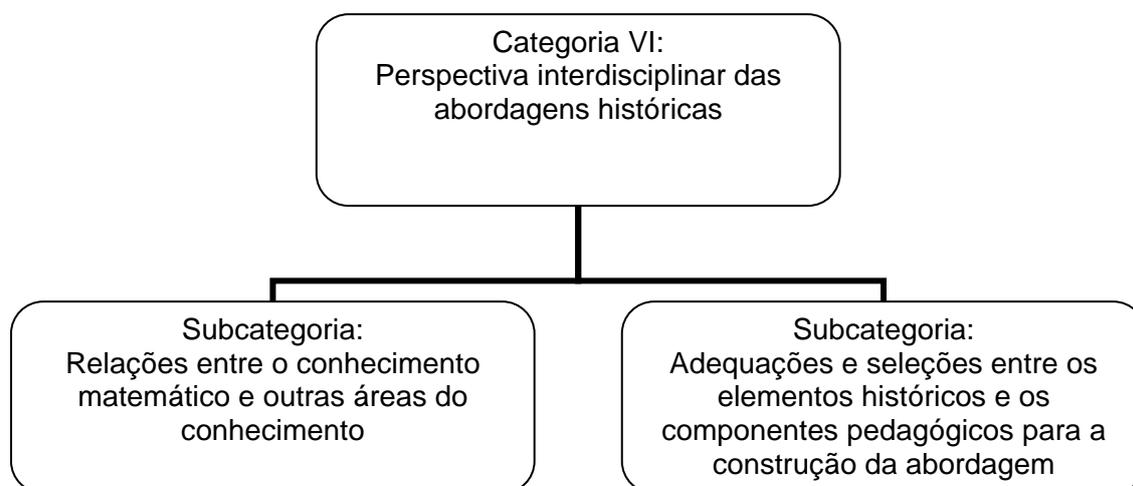
relações entre as áreas do conhecimento científico, as contribuições do conhecimento matemático para o desenvolvimento de outras áreas, superando aquela visão compartimentada que muitos professores receberam na formação inicial – Batista (2009); Tzanakis e Arcavi (2000); Grugnetti e Rogers (2000).

Na outra perspectiva, procuramos elementos que evidenciam a capacidade do professor de selecionar, relacionar, articular diferentes áreas do conhecimento para a elaboração de uma abordagem histórica aplicável em sala de aula (BATISTA, 2009).

Em nossa compreensão, assim como a história da matemática traz em sua essência esse caráter interdisciplinar, como defendemos no capítulo 3, o processo de elaboração de uma abordagem pedagógica fundamentada na história da matemática também proporciona a integração entre o conteúdo matemático a ser abordado, os elementos históricos desse conteúdo, reflexões filosóficas e há a necessidade de várias adequações pedagógicas e seleção de opções metodológicas do professor para tornar a abordagem adequada à realidade de uma sala de aula.

É a presença da interface entre esses elementos, oriundos de diversas áreas, na formação do professor que procuramos analisar na presente categoria. Na figura a seguir apresentamos as subcategorias que encontramos em nosso processo de análise:

Figura 9 – Estrutura da categoria VI



Na sequência, abordamos cada subcategoria organizada na análise, bem como as falas dos professores que exemplificam cada uma delas.

- Relações entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento.

Nesta subcategoria buscamos observar se o contato com a pesquisa histórica possibilitou aos professores perceber as relações entre os conteúdos matemáticos e outras áreas de conhecimento. Analisamos o *corpus* e, no próximo quadro, evidenciamos os trechos dos discursos que exemplificam a análise:

Quadro 17 – Discursos que remetem à subcategoria “relações entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento”

Subcategoria: relações entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento	
P1	<p><i>Então não só a interseção entre áreas da matemática mas também entre <u>outras áreas</u> do conhecimento. Foi o que eu tive que pesquisar para produzir problemas, pois temos <u>problemas de muitas áreas</u> que podem ser resolvidos por determinantes e a história mostra isso.</i></p> <p><i>[...] para colocar problemas para os alunos tinha que ir para a <u>área financeira</u>, para a <u>área administrativa</u>, para a <u>biologia</u>, para criar problemas contextualizados. Então eu tive que me aprofundar e ver essa <u>articulação</u> também com <u>outras áreas</u> do conhecimento.</i></p>
P2	<p><i>[...] a trigonometria mostrou sua fecundidade originando novas descobertas, <u>ajudando a entender</u> os fenômenos periódicos em relação à <u>física</u>, às oscilações do pêndulo, então tudo isso a história foi me mostrando [...].</i></p> <p><i>[...] como por exemplo, uma atividade que tinha esse contexto histórico falando sobre a <u>importância da trigonometria na física</u>, mas também uma atividade que os alunos resolveram, chegaram ao resultado, contextualizada sobre pêndulos, <u>movimento dos pêndulos</u>.</i></p>
P3	<p><i>A sequência didática elaborada se baseou nesses conceitos matemáticos estudados e propôs uma <u>aproximação com outras áreas como ciências/biologia, química e física</u>. A primeira situação problema envolvia uma situação diretamente ligada com ciência/biologia ao explorar as relações de dependências qualitativas existentes em uma <u>cadeia alimentar</u>.</i></p> <p><i>Assim a Matemática não fica isolada, os alunos perceberam que ela está <u>presente nas outras ciências</u>, que ela é relevante para essas outras áreas. Para mim isso também foi positivo, eu não me preocupava com essa questão da contextualização, da <u>interdisciplinaridade</u>, mas durante a aplicação percebi que isso foi importante para os alunos, eles gostaram dessa <u>aproximação</u>, compreenderam melhor o porquê de se estudar matemática.</i></p>
P4	<p><i>A pesquisa histórica me permitiu observar que, num primeiro momento, na época dos gregos, o interesse pelo estudo das secções cônicas era puramente matemático, quer dizer, esse conhecimento era necessário para resolver questões internas da matemática. Entretanto, já em torno de 534 d.C. inicia uma aplicação desses conhecimentos nos <u>estudos de espelho</u>,</i></p>

	<i>por exemplo. Então é possível perceber que, historicamente, houve essa relação entre a matemática, a geometria e outras áreas, como a astronomia, com os estudos das trajetórias elípticas dos planetas ao redor do Sol, feitos por Kepler, e com a física, no estudo de lançamentos de projéteis, feito por Galileu.</i>
P5	<i>Eu menciono um pouco da perspectiva interdisciplinar no meu trabalho, cito algumas coisas, mas o trabalho não estava tão fortemente configurado dessa maneira.</i>
P6	<i>[...] com a pesquisa histórica foi possível estabelecer essa relação entre alguns conhecimentos matemáticos, como no caso dos polinômios e com outras áreas também, como na física, os vetores. Isso eu não sabia. É que passei a entender que os conceitos matemáticos estão completamente concatenados com muitas outras áreas de conhecimentos e isso possibilita trabalhar com questões mais relevantes para a realidade das turmas [...].</i>

Os discursos de P1 e de P3 indicam a percepção da relação entre a matemática e outras áreas do conhecimento, na medida em que os conhecimentos matemáticos são importantes para resolver problemas de outras áreas. P3 coloca que a sequência didática elaborada (apoiada nos estudos históricos) envolvia problemas de biologia, química, física, por exemplo.

O discurso de P2 revela que a história da trigonometria possibilitou a compreensão de outros fenômenos, como as oscilações do pêndulo e fenômenos periódicos da física. Em P4 encontramos a percepção da relação entre o conhecimento matemático e os estudos de espelhos, a astronomia, e estudos da física.

P5 coloca-nos que o trabalho que realizou não focava muito a relação interdisciplinar, alegando que o trabalho por ele desenvolvido não estava configurado para isso.

A fala de P6 explicita que a história proporcionou o entendimento de que os conhecimentos matemáticos relacionam-se com outras áreas, e isso é importante para ser incorporado nas salas de aula.

- Adequações e seleções entre os elementos históricos e os componentes pedagógicos para a construção da abordagem.

Como já descrevemos na enunciação da categoria, esta subcategoria tem como objetivo analisar a necessidade de adequações pedagógicas

aos estudos históricos realizados, com o intuito de possibilitar o uso da história da matemática em sala de aula. Já vimos em outra categoria que os professores tiveram a necessidade de adequar a proposta por eles desenvolvida aos conteúdos previstos nos currículos oficiais e ao tempo disponível para tal. Nesta subcategoria, o que analisamos foi a necessidade de concatenar os vários aspectos oriundos da pesquisa histórica desenvolvida com elementos próprios da pedagogia.

Na análise do *corpus*, encontramos em todos os professores elementos que indicam a necessidade que os mesmos tiveram de realizar adequações didáticas para a implementação da abordagem em sala de aula, e os resultados apresentamos no quadro 18:

Quadro 18 – Discursos que remetem à subcategoria “adequações e seleções entre os elementos históricos e os componentes pedagógicos para a construção da abordagem”

Subcategoria: adequações e seleções entre os elementos históricos e os componentes pedagógicos para a construção da abordagem	
P1	<p><i>Mas uma coisa é a pesquisa histórica, é você fazer aquela pesquisa teórica, outra coisa é fazer a transposição, a <u>adequação didática</u> dessa pesquisa possível de ser colocada em sala de aula.</i></p> <p><i>Qual é a <u>adequação</u> que você tem que fazer desse <u>conteúdo</u>, quais são os cuidados, o que é essencial para sua pesquisa, para você <u>adaptar</u> de forma coerente, <u>adequada</u> para você levar para a <u>sala de aula</u>.</i></p>
P2	<p><i>[...] procurei sempre amarrar, fazer essa relação entre o que era história da matemática, como foi desenvolvida a trigonometria nessa história e as <u>atividades didáticas</u> para que o aluno também não ficasse [...] não ficasse cansativo para ele.</i></p> <p><i>[...] as atividades tinham que ser também dinâmicas, uma <u>atividade</u> que estimulasse o aluno para o aprendizado, não podia ser um texto histórico somente, tinha que ter <u>adequações</u>.</i></p>
P3	<p><i>Pois eu tinha na mão muitas informações históricas, mas e aí, <u>quais escolher</u>? Como minha intenção era <u>compor uma sequência de atividades</u> para a aprendizagem de função, então isto também estava presente na investigação histórica.</i></p> <p><i>[...] <u>organizar tudo</u> isso de <u>forma integrada</u> é um grande desafio, é muito difícil conseguir isso. Só fui perceber como é complexo o processo de <u>construção de uma abordagem histórica</u> depois de fazer essa pesquisa, porque não é somente “pegar” a história da matemática e contar na sala de aula. Não é isso, é necessário <u>montar uma proposta</u> possível de ser desenvolvida em turmas normais, com alunos comuns que encontramos todos os anos, e <u>montar uma proposta</u> que contribua para a aprendizagem de conteúdos matemáticos, e não se faz isso de qualquer forma, é necessária muita pesquisa.</i></p>

P4	<p><i>[...] a maior dificuldade é <u>selecionar</u>, entre todos esses materiais históricos disponíveis, aqueles que se <u>adequam</u> melhor aos objetivos da pesquisa. Quer dizer, <u>o que usar</u>? <u>Como usar</u> essa parte histórica de forma pedagógica? Como <u>relacionar</u> a história com as atividades de investigação em sala de aula?</i></p> <p><i>Então não é só pegar o que os livros de história da matemática trazem, tem que <u>selecionar</u> os trechos relevantes e, depois, <u>adequá-los</u> à proposta que está sendo desenvolvida, e isso não é fácil.</i></p> <p><i>Então eu <u>selecionei</u> recortes históricos que tinham <u>algo prático</u>, que pudesse ser “feito” pelo aluno, como o método do jardineiro e de Kepler, que eram usados no século VI.</i></p>
P5	<p><i>Como é que eu pego uma história que está formalizada nos textos acadêmicos e construo um texto histórico para trabalhar com os alunos de <u>forma mais didática</u>. Isso se eu pensar em trabalhar com algum texto. Já começa um problema aí, porque eu preciso saber fazer uma <u>transposição didática</u> desse texto, do acadêmico para um texto para o aluno.</i></p>
P6	<p><i>[...] foi difícil <u>articular tudo</u> isso, a parte histórica com a organização das atividades. Você tem que aproveitar a história, mas também tem que levar em consideração outros <u>aspectos pedagógicos</u> para ter aprendizagem. Tivemos que fazer <u>várias adequações</u> na sequência de atividades. Não é algo trivial de ser feito, nem pode ser feito de qualquer jeito, é preciso estudar muito.</i></p> <p><i>Então, em cada livro, em cada autor, eu tinha que <u>ir procurando</u> esses elementos históricos que trouxessem a problemática, os impasses, que pudessem ser <u>contemplados em sala de aula</u>.</i></p> <p><i>É preciso <u>adequar toda a parte histórica com a didática</u>, que no caso era embasada em Kemp, e cuidar para que fosse possível de ser resolvida neste nível de ensino. Se ela for fácil demais, não colabora com a aprendizagem requerida em tal nível, se for complexa demais, fica inacessível para o aluno.</i></p>

P1 apresenta, em sua fala, um ponto importante de ser observado, que também foi evidenciado por outros professores. Os dados, as informações provenientes da pesquisa teórica não podem simplesmente ser levadas para sala de aula. Segundo ele, são necessárias adequações coerentes dos estudos teóricos para que os mesmos possam ser usados em sala de aula.

Esse ponto também é levantado por P2, que considera não ser suficiente um texto histórico, são necessárias adequações para torná-lo passível de ser usado em sala de aula. Chama a atenção para o fato de que precisou “amarrar” as informações históricas da trigonometria com atividades didáticas, que fossem dinâmicas para não se tornarem cansativas aos alunos.

Para P3, que dispunha de muitas informações históricas, o desafio foi, dentre tantas opções, como proceder a seleção de forma que atendesse aos objetivos de sua pesquisa, que era a aprendizagem do conceito de funções. Evidencia, assim como os demais, que usar a história da matemática em sala de aula vai muito além do que buscar informações históricas.

Como a perspectiva de P4 era desenvolver atividades de investigação apoiadas no desenvolvimento histórico, considerou importante selecionar, diante de muitos materiais históricos, aqueles mais adequados para relacionar com as atividades de investigação, que apresentam características mais práticas.

P5 utiliza o termo “transposição didática” ao referir-se à necessidade de adequar os textos históricos formalizados, acadêmicos, para serem usados nas salas de aula. Também aponta como uma tarefa difícil selecionar pontos que sejam relevantes e provoquem discussões profícuas com os alunos.

Na opinião de P6, fazer todas as adequações necessárias para utilizar a história da matemática em sala de aula não é algo trivial, exige muito estudo por parte do professor. Além disso, coloca que ainda foi necessário articular essas escolhas em relação à parte histórica com o embasamento didático que escolheu, respeitando o nível de desenvolvimento de seus alunos.

- **Análise desta categoria:**

O viés interdisciplinar proporcionado pela abordagem histórica foi evidenciado pelos professores nos dois aspectos analisados.

Num primeiro momento, os estudos históricos mostraram-se relevantes para promover a percepção da relação existente entre os conhecimentos matemático e as outras áreas de conhecimento.

De acordo com as pesquisas, os estudos históricos permitem que os professores observem as relações que existem entre as diversas áreas do conhecimento científico e de como o conhecimento de uma área colabora para o desenvolvimento científico de outra (BATISTA, 2009). Os professores analisados conseguiram ter essa percepção, pelo menos em relação aos conteúdos matemáticos que estudaram historicamente.

Um outro fator importante é salientado por Grugnetti e Rogers (2000), que consideram que o caráter abstrato do conhecimento matemático pode dificultar o entendimento da presença da matemática em outras áreas e que a perspectiva histórica pode contribuir para melhorar essa noção.

Muitos professores sentem dificuldades em justificar a relevância dos conhecimentos matemáticos junto aos seus alunos. Dessa forma, Brolezzi (1991) nos aponta que os estudos históricos contribuem no sentido de evidenciar a importância da matemática na evolução científica e tecnológica.

Essa percepção vai ao encontro das dificuldades que os professores mostraram em relação à formação que receberam, auxiliando-os nas justificativas e explicações a respeito da importância da matemática.

A construção de uma abordagem apoiada na história da matemática evidenciou também um outro caráter interdisciplinar, que integra e relaciona entre si conhecimentos conceituais, teóricos e metodológicos de diversas áreas.

Fica evidente, por meio da análise realizada, que os professores tiveram que articular elementos relativos à área da pesquisa em história da matemática com os relacionados aos aportes didáticos. As opções vão desde a seleção, nos estudos históricos, dos elementos relevantes e adequados para cada conteúdo, cada nível de ensino. Além disso, esses elementos devem ser adaptados, didaticamente, para atender ao objetivo de proporcionar aprendizagem. Alguns fazem a opção pela resolução de problemas, outros por atividades práticas e dinâmicas, enfim, em cada opção, em cada escolha do professor, as adequações foram necessárias.

São muitos conhecimentos e saberes que os professores articulam nesse processo rico e complexo, e que, certamente, colaboram para a sua formação profissional, numa perspectiva holística, pois abrangem reflexões e tomadas de decisão sob vários aspectos.

Como os próprios sujeitos evidenciaram, o processo de construção de uma abordagem pautada na história da matemática para ser aplicada em sala de aula não é um processo trivial. Ele se dá pela interface entre vários elementos e só é possível por meio de estudos teóricos e metodológicos sistematizados, como os vivenciados pelos sujeitos de nossa investigação.

Neste capítulo, apresentamos a análise dos dados empíricos de nossa investigação, estruturada em seis categorias que procuram explicitar as

contribuições que os conhecimentos da história da matemática trouxeram para a formação docente dos professores participantes.

Buscamos também relacionar as compreensões que desenvolvemos, possibilitadas pela análise, com os referenciais teóricos que subsidiam nossos estudos, principalmente no que se refere ao papel desempenhado pelos estudos históricos. A análise evidenciou que tais estudos colaboraram com elementos importantes para a formação do professor.

Além disso, os resultados de nossa investigação apontam alguns elementos relevantes para a constituição dos saberes docentes do professor de matemática. Alguns desses saberes já estão discutidos pelos estudos teóricos referentes a essa temática, entretanto, observamos que o processo de pesquisa, construção e aplicação de uma abordagem histórica no ensino de matemática contribui com saberes que vão além dos explicitados pela literatura, como, por exemplo, o viés interdisciplinar que apresentamos nesta última categoria.

Ainda, como resultado da análise realizada, pontuamos a nossa percepção acerca de certo grau de homogeneidade nos discursos dos professores participantes. Remetendo-nos ao quadro que sintetiza o perfil dos professores entrevistados (quadro 5 do capítulo 4), percebemos que os mesmos tiveram um processo de formação em história da matemática oriundo de instituições diferentes⁶⁷. Essa observação nos levou a refletir que já é possível observar uma tradição de pesquisa se consolidando com relação à história da matemática na educação matemática.

Apoiadas na análise realizada, no próximo capítulo procuramos mostrar as contribuições da história da matemática e do processo de construção de abordagens históricas para a estruturação dos saberes docentes do professor de matemática, bem como as contribuições possibilitadas por esta investigação para área de saberes docentes e de história da matemática na formação do professor de matemática.

⁶⁷ Dois da UEL-PR (Universidade Estadual de Londrina - Paraná); um da UEM -PR (Universidade Estadual de Maringá- Paraná); e três da UFRN-RN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

6 CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA PARA A CONSTRUÇÃO DOS SABERES DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

No decorrer desta investigação, procuramos bases teóricas que discutissem a importância de estudos a respeito dos saberes docentes. Os autores que estudamos defendem que o professor, no exercício de sua profissão, elabora e reelabora diversos saberes na tentativa de lidar com as situações complexas de uma sala de aula.

Recorremos, ainda, a muitos estudos que evidenciam a relevância que a história da matemática tem na formação do professor de matemática. Muitas pesquisas salientam a importância de tais conhecimentos para essa formação, em seus vários aspectos, como já colocamos ao longo dos capítulos anteriores. Entretanto, não encontramos pesquisas que procuram evidenciar como ocorre o processo de formação do professor que desenvolve e aplica uma proposta histórica na educação matemática. É neste ponto que nossa investigação colabora com as pesquisas na área, estudando, de forma sistematizada, como se dá essa relação.

Em nosso entendimento, a vivência de realizar uma pesquisa em história da matemática na qual o objetivo seja o de compor uma abordagem pedagógica aplicável em sala de aula proporciona ao docente uma formação que envolve muitos elementos, como conceituais, metodológicos e experienciais. Isso ocorre pelo fato de que, ao se propor a construir uma abordagem histórica, o professor, além de entrar em contato com a história do conteúdo matemático pesquisado, com os referenciais a respeito das potencialidades do uso pedagógico da história da matemática, é envolvido num processo que demanda, a todo o tempo, escolhas, reflexões, articulações entre esses elementos e os aspectos pedagógicos.

É um processo criativo, que contribui para a construção de vários saberes, da autonomia do professor e da sua identidade profissional, uma vez que supera a perspectiva da racionalidade técnica, como descrita por Schön (1995), situando o professor como sujeito produtor de saberes e conhecimentos.

Os estudos teóricos que realizamos a respeito da formação de professores argumentam a respeito da necessidade de pesquisas que considerem o professor nas situações vivenciadas em sua prática docente. A investigação que realizamos vai ao encontro dessa necessidade, uma vez que os sujeitos investigados realizaram a experiência prática de construção e aplicação de uma

abordagem pedagógica, pautada nos estudos históricos de determinados conteúdos matemáticos.

A pesquisa que desenvolvemos, apoiada em Schön (1995), visa a diminuir o distanciamento, muitas vezes existente, entre a teoria e a prática, evidenciando a necessidade de estudos teóricos, como os relacionados à história da matemática, na tentativa de colaborar com as situações práticas de ensino e de aprendizagem pelas quais o professor passa diariamente.

A literatura assinala como necessária a identificação dos saberes próprios do ensino, considerados em contextos reais, complexos, em que as variáveis não podem ser controladas. Gauthier et al. (1998) propõem que os saberes docentes devem ser estudados, explicitados e legitimados pelas pesquisas, mas que tenham como base as situações reais de ensino.

Nesse sentido, a preocupação de Gauthier et al. (1998) vai ao encontro da superação da racionalidade técnica colocada por Schön (1995), indicando os professores como produtores de saberes inerentes à profissão docente, mas, para que esses saberes produzidos possam ser compartilhados, precisam ser investigados pelas pesquisas educacionais.

E este é o caso da nossa investigação, uma vez que procuramos explicitar saberes e conhecimentos produzidos pelos professores ao entrar em contato com a história da matemática e ao construir uma abordagem pedagógica para usá-la em sala de aula. Os professores construíram e reconstruíram muitos saberes, que foram explicitados e estudados de forma sistematizada na análise dos dados de nossa pesquisa.

A prática profissional é um momento ímpar de produção de saberes que só podem ser produzidos nas situações reais. Mas a prática também é o momento no qual os professores percebem que a formação recebida não é suficiente para atender a todas as demandas de uma sala de aula.

Esse aspecto ficou bem evidente na categoria I⁶⁸ da análise dos dados empíricos. Nas falas dos professores, foi possível observar que, com a formação que tinham, não conseguiam responder a uma série de questionamentos dos alunos em relação aos conhecimentos matemáticos. Em seus relatos, afirmaram

⁶⁸ Categoria I: Lacunas da formação recebida.

que acabavam reproduzindo as mesmas respostas que tinham ouvido de seus professores, como podemos observar na fala de P3:

[...] trabalhava igual meus professores tinham feito, memorização de fórmulas, macetes, resolução interminável de exercícios, e não me preocupava com a compreensão daquilo, quer dizer, porque estudamos tal assunto? Por que aconteceu isso? Esses questionamentos não tinham lugar, tudo era porque vai cair no vestibular. P3

Em alguns trechos da entrevista, P4 evidencia que essa prática não era satisfatória para ela, o que a conduziu na busca por formação:

[...] ao entrar em sala de aula intuitivamente eu buscava uma outra compreensão de matemática. Essa matemática que o aluno recebe pronta, que o professor não consegue justificar os porquês já não me satisfazia. Então eu sentia que devia ser de outra forma, mas não sabia como, nem onde buscar. P4

Eu não me sentia bem fazendo isso, por isso buscava compreender melhor a matemática, a minha área de atuação. P4

Acabar com esse ciclo é uma necessidade na formação docente e é possível por meio de estudos teóricos e conceituais em relação ao conhecimento matemático.

Os professores passaram por esse momento e, de certa forma, buscaram uma formação complementar por meio dos estudos da história da matemática, como indica o trecho a seguir:

Antes da pesquisa histórica eu não era satisfeita com aquela matemática que me foi passada ao longo da minha formação, era uma inquietação que eu não conseguia satisfazer. A pesquisa histórica me ajudou muito nisso. Agora eu sei, se não compreendo alguns pontos de um dado conhecimento, se não consigo justificá-los junto aos meus alunos, a história é uma boa fonte de pesquisa para isso. P4

A tomada de consciência, no nosso entendimento, é um processo de reflexão que o professor faz a respeito de sua prática. A prática mostrou para essa professora que o conhecimento que tinha não proporcionava uma atuação que a deixasse satisfeita e que a pesquisa em história da matemática pode ser uma opção viável. Em um outro trecho, P4 evidencia que, antes de realizar a pesquisa, reproduzia uma maneira de ensinar matemática que lhe foi passada enquanto aluna,

sem questionamentos, mas que a pesquisa colaborou no sentido de torná-la mais crítica, como podemos observar no trecho seguinte:

O que eu percebo, em mim e em muitos de meus colegas, é que acabamos reproduzindo aquilo que nos foi passado em nossa formação, sem o hábito de questionar, apenas repassamos para os nossos alunos. E isso me incomoda muito. Depois da experiência de conhecer a história eu passei a ser mais crítica com relação à seleção dos conteúdos, as várias formas de abordá-los em sala de aula, etc. P4

Essa observação nos remete aos saberes da tradição pedagógica, que, segundo Gauthier et al. (1998), são os saberes que as pessoas têm do que é ser professor, que foi desenvolvido ao longo da vivência como estudante, que encontramos algumas relações na categoria I.

Os professores revelaram que, na impossibilidade de dar explicações pertinentes aos questionamentos dos alunos, acabavam por reproduzir a fala que recebiam de seus professores quando eram alunos. Embora tivessem a consciência de que aquelas respostas não eram adequadas, recorriam a elas.

Mas esse saber pode ser reestruturado, e a indicação disso é a não satisfação com aquela ação docente cujas respostas não agregam nada aos alunos, que conduziu à busca por respostas mais adequadas e por uma prática fundamentada pelos estudos científicos, como mostra o relato de P6:

Também queria atender a uma série de lacunas da minha formação, queria aprender mais matemática, queria aprender a ensinar matemática de um outro jeito. P6

Para Schön (1995), o professor, durante o processo de reflexão, pode encontrar novas soluções para os diversos problemas com os quais se depara na atividade docente. Em nossa compreensão, as novas soluções ocorrem por meio da articulação entre os conhecimentos teóricos e metodológicos, como por exemplo, os relacionados à história da matemática e às vivências práticas do professor. Somente a prática não é suficiente para que o professor consiga solucionar, de forma fundamentada, questões de seu cotidiano.

Os dados da categoria I evidenciam que os professores tinham um problema: a insatisfação em não dar respostas satisfatórias e fundamentadas para

seus alunos. Além deste, a categoria II⁶⁹ evidencia a compreensão estática e mitificada que os professores tinham em relação ao conhecimento matemático. A imersão dos mesmos no processo de pesquisa, construção e aplicação de uma abordagem histórica permitiu que eles encontrassem algumas possibilidades de solução para essas dificuldades.

Além disso, percebemos que a formação histórica contribuiu para a reflexão crítica da ação pedagógica por parte dos professores, como indicam os trechos a seguir:

Tinha a matemática como conceitos muito formalistas, e com isso caía em espontaneísmos de fazer meras reproduções de alguns livros que julgava interessantes. Muitas vezes sem recorrer a críticas das atividades, sem buscar algumas contextualizações que podem facilitar o aprendizado e muitas vezes sem questionar a relação dos conteúdos que seriam realmente significativos para o nível em questão. Eu reproduzia com os alunos o que estava no livro, o que estava previsto no programa, quase sem nenhum questionamento, sem nenhuma crítica, apenas avançava nos conteúdos. P6

Também fiquei mais crítico na elaboração de atividades e questões matemáticas, já não mais reproduzo tudo que está nos livros sem me questionar sobre aquele conteúdo, em ter mais clareza para selecionar objetivos a serem atingidos pelos alunos em cada conteúdo, em me preocupar se aquela sequência de conteúdos é adequada para a aprendizagem dos alunos, se eles estão percebendo a contextualização desse conhecimento, e há possibilidades de articular tal conhecimento com outras áreas. Tudo isso veio depois da pesquisa em história da matemática. P6

O contato com os aportes teóricos e metodológicos da área de história da matemática, assim como a elaboração de uma abordagem histórico-pedagógica contribuíram para a construção de vários saberes, como evidenciamos na análise dos dados empíricos da pesquisa e que voltamos a discutir nesse momento, como contribuição teórica de nossa investigação, articulando os resultados obtidos com os referenciais de saberes docentes.

- **Saberes relacionados à compreensão dos conteúdos matemáticos:**

O processo de investigação histórica de um conteúdo matemático proporcionou aos professores participantes da pesquisa, um entendimento diferente

⁶⁹ Categoria II: Compreensão da natureza do conhecimento matemático pelo professor, antes da pesquisa.

em relação a esse conteúdo. Essa compreensão se deu, não apenas nos aspectos que envolvem questões de natureza axiomática e conceitual, como também em relação à capacidade do professor justificar tal conteúdo, explicar alguns porquês, evidenciar a relevância do mesmo no contexto histórico e também no atual, entre outros.

Nos relatos a seguir percebemos que a pesquisa histórica auxiliou P5 no esclarecimento de vários tópicos relacionados à trigonometria. O entendimento evidenciado por ele traz um novo sentido para alguns conteúdos que ele já conhecia:

Então os alunos não tinham essa ideia e eu, antes de estudar a história, também não, tinha uma compreensão, digamos assim, parcial, a história deixou claro para mim que aqueles “zero vírgula” que a gente estuda nas tabelas, eles são fragmentos do raio. P5

Outra coisa foi a ideia de complementaridade entre eles, porque quando a gente leva para o triângulo, para o Teorema de Pitágoras gera a relação fundamental, a clareza não era tanta, sabia da relação fundamental, mas não tinha percebido que elas correspondem exatamente a esta complementaridade entre seno e cosseno dentro de cada quadrante, o tempo inteiro. Eu passo a entender isso estudando a história, a história foi decisiva para entender várias coisas [...] P5

Os saberes relacionados ao entendimento dos conteúdos possibilitaram aos docentes envolvidos a capacidade de fornecer aos alunos explicações fundamentadas, evitando as frases do tipo “é assim e pronto”, ou “mais para frente você vai entender”, como ressaltaram os entrevistados.

A categoria IV⁷⁰ evidencia que os estudos realizados por esses professores contribuíram na compreensão dos conteúdos matemáticos e que, essa nova compreensão teve reflexos no processo de ensino dos mesmos. Na perspectiva do professor reflexivo, o processo de reflexão se dá por meio da conscientização, por parte do professor, dos conhecimentos que são mobilizados no decorrer da ação docente. Esse processo lhe traz a compreensão da importância de desenvolver os seus saberes e não apenas depender de técnicas desenvolvidas por outros.

Na perspectiva de Shulman (1986), o conhecimento do conteúdo é um conhecimento que vai além dos fatos e conceitos intrínsecos à disciplina, mas

⁷⁰ Categoria IV: História da matemática na compreensão dos conteúdos matemáticos e na ação docente.

abrange também o entendimento dos seus processos de construção e validação. É necessário que o professor compreenda não apenas os aspectos conceituais, as regras e os processos relativos ao conteúdo, mas é fundamental que ele tenha uma compreensão substantiva e epistemológica dos mesmos, que pode ser favorecida pelos estudos da história da matemática, conforme indicam as pesquisas na área (BURSAL, 2010; FIORENTINI, 2004; FURINGUETTI, 2007; MIGUEL, 2005).

Esse aspecto foi evidenciado em nossa análise. Na categoria I, por exemplo, os professores investigados relataram dificuldades no domínio do conhecimento do conteúdo, de acordo com a compreensão de Shulman (1986). O domínio que tinham restringia-se aos aspectos sintáticos dos conteúdos, não conseguindo atingir o patamar de compreensão proporcionado pela pesquisa histórica, como mostram os trechos a seguir:

No trabalho tradicional, no qual eu seguia uma estruturação lógica estrutural, então eu ensinava matrizes, estrutura de matrizes, estrutura de determinantes, estrutura de sistemas, aí era tudo estruturalmente sem um vínculo entre eles, começava um... finalizava, começava outro... finalizava [...] P1

[...] eu percebia até aquele momento que o conteúdo de trigonometria era muito vago, muito descontextualizado, nos exercícios de livros didáticos, praticamente não tinha nenhuma contextualização, vinha o conteúdo pelo conteúdo, direto já no cálculo [...] P2

Era uma dificuldade que me fez então refletir da importância de entender um pouco a história, o desenvolvimento, a evolução desse conteúdo. P2

Na categoria IV evidenciamos as contribuições que eles tiveram no sentido de um entendimento mais abrangente e substantivo desses conteúdos. Dessa forma, podemos afirmar que o contato que os professores tiveram com a história da matemática trouxe elementos importantes para a construção do conhecimento do conteúdo da disciplina.

Ainda na categoria IV, temos a subcategoria que indica, por meio das falas dos professores, que a compreensão mais adequada contribuiu para o processo de ensino dos conteúdos matemáticos. Essa categoria explicita elementos importantes para um outro conhecimento indicado por Shulman (1986), que é o conhecimento pedagógico do conteúdo.

Como vimos no capítulo 2, o conhecimento pedagógico do conteúdo pressupõe as formas pelas quais os professores relacionam o conteúdo com as

diversas maneiras de abordá-lo, na tentativa de torná-lo compreensível para os alunos. Em alguns trechos, como os que estão na sequência, observamos que a compreensão dos conteúdos por meio da pesquisa histórica proporcionou aos professores mudanças na maneira de abordá-los junto aos alunos:

Então essa matemática contextualizada historicamente, eu fui percebendo a importância dela para que eu também pudesse estimular meus alunos a aprender matemática, de uma forma diferente daquela que eu vinha ensinando [...] P2

A história surge ampliando o conhecimento sobre as cônicas e, em algumas práticas, pude levar para sala de aula réplicas de instrumentos utilizados no final da era antes de Cristo e no início da era depois de Cristo. P4

[...] a história ajuda muito nos momentos em que a gente precisa, digamos assim, compreender como é que se desenvolve determinado conceito matemático e as suas variantes de representação. Então a história traz muitas variantes de representação do conceito e de reformulação e isso que eu acho que é riquíssimo de levar para a sala de aula. P5

Nas regras de adição e subtração algébrica de complexos, sem a história, parecem meras reproduções de conhecimentos algébricos, mas com a história percebemos a formação desse algebrismo e gera mais confiabilidade tanto no professor quanto no aluno. P6

Vimos que os estudos do desenvolvimento histórico dos conteúdos proporcionaram aos professores a capacidade de dar respostas fundamentadas aos seus alunos e também, como explicitamos na categoria V⁷¹, de contextualizar o conhecimento matemático. Esses aspectos podem contribuir para que o professor desenvolva o conhecimento pedagógico do conteúdo matemático, proporcionando o uso de elementos históricos, como problemas, experimentos, técnicas que vão colaborar para a justificativa de relevância dos mesmos no contexto histórico e também no atual.

- **Saberes relacionados à compreensão da natureza do conhecimento matemático:**

A experiência vivenciada pelos docentes participantes desta pesquisa oportunizou aos mesmos um entendimento a respeito da natureza do conhecimento matemático. A reconstrução histórica e os estudos dos referenciais de história da matemática colaboraram proporcionando uma compreensão dinâmica e

⁷¹ Categoria V: Aspectos metodológicos na construção da abordagem histórica.

desmistificada. Essa compreensão apresenta implicações no processo de ensino, uma vez que os professores, diante desses novos saberes, podem abordar o conhecimento matemático de acordo com o entendimento possibilitado pela pesquisa histórica.

Na categoria II, por exemplo, os discursos dos professores salientam a compreensão que tinham do conhecimento matemático, em uma perspectiva estática e mitificada. Após o contato com a pesquisa em história da matemática, observamos que os professores migraram para outra compreensão, que enriquece sua formação, pois faz que o mesmo entenda melhor a área de conhecimento com a qual trabalha, como mostra a categoria III⁷².

Os estudos sobre a história da matemática, bem como o desenvolvimento histórico dos conceitos estudados, propiciaram aos professores reflexões a respeito do que é matemática, de como esse conhecimento se desenvolve, das questões filosóficas que colaboram para o entendimento crítico do professor.

Esses saberes apresentam uma aproximação muito grande com os saberes relacionados à compreensão dos conteúdos matemáticos colocados no item anterior, uma vez que o entendimento da natureza do conhecimento matemático abre ao professor novas possibilidades de compreensão dos conteúdos e da maneira de abordá-los junto aos alunos, como podemos observar nos seguintes trechos:

Então eu penso que essa forma que eu hoje concebo a matemática está me auxiliando no meu trabalho [...] P2

A Matemática escolar é basicamente uma estrutura dedutiva. Ao estudar a história do desenvolvimento de conceitos, percebe-se que é justamente o contrário, é uma estrutura indutiva que, somente após atingir um certo estágio, que é apresentada em uma estrutura final, formal e dedutiva. Se a matemática se desenvolve de forma indutiva, por que o aluno deve aprendê-la de forma dedutiva? Há uma contradição nesse aspecto. Então isso me deu uma visão mais ampla de como ocorre o desenvolvimento do conhecimento matemático. P3

O segundo objetivo seria o de mostrar que os conceitos matemáticos não surgem do nada que são parte de um longo processo histórico, quer dizer, colaborar para que os alunos compreendessem melhor essas questões da matemática. Eles passam a vida acadêmica toda, como eu passei, tendo uma idéia equivocada do que é matemática. Queria melhorar essa compreensão. P6

⁷² Categoria III: Contribuições da história da matemática para a compreensão da natureza do conhecimento matemático pelo professor.

Como já vimos, tanto na compreensão de Shulman (1986), quanto de Gauthier et al. (1998) e Tardif (2002), conhecer o conteúdo, a matéria a ser ensinada envolve muitas questões de natureza histórica, epistemológica, que ultrapassam a compreensão dos conceitos fundamentais e o método de cada disciplina. Assinalam, ainda, que o conhecimento que o professor tem a respeito da matéria influencia a maneira pela qual ele vai ensiná-la. O relato de P5 mostra a relação entre a compreensão que o professor tem de matemática e a maneira como esta influencia no trabalho pedagógico:

Essa é uma discussão que muita gente faz, o modelo de ação do professor, nele está implícito um princípio filosófico que o professor tem acerca da matemática, é ou não é? Qual é o conceito de matemática que ele tem, aparece na aula dele, aparece em sua maneira de agir, e essa ideia de modelo de matemática pronta e acabada ela reflete muito naquele professor que tem essa visão operacional da matemática, do instrumental exclusivamente, mas daquilo que reflete modelo de pensamento, modelo de raciocínio e criação de estratégias de conhecimento, foge desse modelo estático. P5

O contato que os professores tiveram com os conhecimentos históricos contribuiu para a compreensão dos conteúdos e da natureza do conhecimento matemático. Esse fato subsidia o mesmo de explicações e argumentos fundamentados e consistentes, evitando as explicações de senso comum.

Essa fundamentação pode proporcionar ao professor segurança frente aos seus alunos, trazendo elementos importantes para a sua prática e, em decorrência, para a constituição de seus saberes experienciais. Para Moreira e David (2003), a forma de conceber a matemática influencia no processo de construção de saberes da prática. Ao compreender melhor a sua área e os conteúdos que ensina, o professor estará mais munido de conhecimentos que podem ser incorporados em sua prática, por meio da reflexão.

- **Saberes relacionados à capacidade de contextualizar o conhecimento matemático:**

A compreensão de como se deu o desenvolvimento histórico de um conteúdo matemático propiciou aos sujeitos investigados elementos de contextualização do conhecimento matemático.

Já salientamos que, segundo Shulman (1986), o conhecimento pedagógico do conteúdo se refere às maneiras pelas quais o professor formula e apresenta os conteúdos aos alunos e a capacidade de contextualização do conhecimento matemático pode ser compreendida como uma possibilidade.

Os professores, de um modo geral, apresentam dificuldades em contextualizar os conteúdos matemáticos, de justificar a relevância deles junto aos alunos e a história da matemática, ao mostrar o contexto histórico de desenvolvimento dos conceitos, pode colaborar com o professor na superação dessa dificuldade.

Na categoria V observamos vários discursos que sinalizam que os estudos históricos realizados pelos professores contribuíram para sua capacidade de contextualizar os conteúdos trabalhados. Na opinião dos sujeitos pesquisados, a contextualização dos conteúdos favorece a compreensão dos alunos e auxiliam os professores na justificativa da relevância de tais conteúdos perante os aprendizes, como mostram os trechos a seguir:

[...] eu sempre convivi com indagações de muitos amigos professores que tinham alguns conteúdos matemáticos, principalmente no ensino médio, de difícil contextualização, que pudessem facilitar a compreensão e, por consequência, a aceitação desses conteúdos. Um desses conteúdos eram os números complexos. O professor não consegue justificar esse conteúdo frente a seus alunos, os alunos não conseguem compreender para que serve tais números, então isso sempre me intrigou. Como mostrar isso para os alunos, como melhorar o trabalho com números complexos nas escolas?
P6

[...] era tentar dar uma contextualização ao assunto de números complexos mostrando aos alunos todo o processo da necessidade de construção desses números e procurando convencê-los da necessidade deles aprenderem esse conteúdo. P6

Na fala de P6 é possível observar que a dificuldade em justificar e contextualizar o conteúdo “números complexos” não era somente dele, mas sim compartilhada entre seus colegas docentes. Então sua busca era construir uma sequência de atividades, apoiada no desenvolvimento histórico, que colaborasse para a compreensão de tais números pelos alunos e para que os mesmos percebessem a necessidade de estudá-los.

Nesse sentido, a história da matemática constitui um elemento relevante para esse processo, uma vez que o próprio contexto histórico apresenta

elementos significativos que podem ser compreendidos pelo professor e, conseqüentemente, aproveitados em sala de aula.

- **Saberes relacionados à formação metodológica do professor:**

A categoria V remete aos aspectos metodológicos que são necessários para a construção de uma abordagem histórica. Encontramos, nas falas dos sujeitos investigados, algumas preocupações inerentes a sua experiência prática, como a de atender às exigências dos currículos oficiais, de conseguir cumprir um determinado conteúdo no tempo disponível, de contextualizar o conteúdo ministrado. Essas questões metodológicas evidenciam a reflexão do professor e a necessidade de cumprir algumas determinações burocráticas, mas presentes nas situações reais de ensino.

Além disso, os mesmos evidenciaram a necessidade de articular essas obrigações com a proposta inovadora por eles elaborada, que também pressupõe a reflexão em concatenar seu conhecimento prático com o conhecimento teórico recebido da pesquisa em história da matemática.

Essa formação metodológica contribui para a estruturação de muitos saberes, entre eles os curriculares. O conhecimento curricular, segundo Shulman (1986), é o conhecimento que abrange a compreensão do programa, dos materiais disponíveis para ensinar um conteúdo, dos tópicos específicos para cada nível, entre outros. Para ele, existem diferentes modos de abordar os conteúdos nos diferentes níveis e séries, que precisam de uma adequação da linguagem, da profundidade, da complexidade que cada situação exige.

Na categoria V, os professores evidenciaram a necessidade de adequar a proposta de ensino aos conteúdos previstos pelo currículo básico e ao tempo disponível. Ainda, ao estudarem o desenvolvimento histórico do conteúdo matemático, puderam perceber que a ordem na qual os conteúdos se desenvolveram na história pode ser diferente de como se apresenta nos currículos oficiais, conforme os fragmentos a seguir:

[...] eu pude perceber que algumas coisas que tinham no livro didático eram em ordem totalmente diferente da reconstrução realizada e também das reconstruções da História da Trigonometria que eu encontrei. P2

[...] algo que eu tive que pensar bastante era em relação ao conteúdo programático porque a preocupação maior minha era fazer sim essa sequência didática, mas ela não podia fugir dos tópicos de trigonometria que estão sendo tratados nas escolas [...] P2

As atividades estruturadas também é algo que requer muita atenção, pois teriam que estar bem embasadas ao fato histórico, não deixar que fossem elementares demais nem em um nível muito alto a ponto de não compreenderem. Essa preocupação é muito grande, porque a sequência tem que proporcionar aprendizagem, se ela não colaborar para que os alunos aprendam, então para que serviu? P6

O sujeito P2 salienta ter percebido que, no caso de sua pesquisa, conteúdos apresentados nos livros didáticos apresentavam uma ordem diferente daquela ocorrida na história. Também demonstra a preocupação de que a sequência de atividades que elaborou atendesse aos conteúdos normalmente vistos na escola a respeito desse assunto. Já P6 nos coloca a sua preocupação em elaborar atividades de acordo com o nível de seus alunos, de forma que a mesma proporcionasse aprendizagem. Essas preocupações, além das outras já salientadas na categoria V, evidenciam a necessidade dos professores reelaborarem os saberes relacionados à sua formação metodológica ao construírem uma proposta pedagógica apoiada nos estudos históricos.

Para Gauthier et al. (1998) embora os professores recebam os currículos prontos, produzidos por especialistas, esse saber é reconstruído pelo professor que, em sua prática, seleciona e reorganiza os programas e materiais disponíveis de acordo com critérios próprios.

A construção da abordagem histórica proporcionou aos professores oportunidade de reconstrução dos saberes curriculares, uma vez que selecionaram o conteúdo a ser abordado de acordo com os programas oficiais, a série com a qual pretendiam trabalhar e o tempo disponível para tal, como indica a categoria V da nossa pesquisa.

A formação histórica proporciona ao professor uma criticidade frente aos conteúdos, aos programas recebidos e à seleção de materiais e estratégias adequadas para abordá-los. Os relatos a seguir ilustram essa ideia:

Hoje eu olho para um livro didático e se tem esta parte histórica e não tem a referência, eu já considero que é um material que não dá para ser confiável, porque não tem uma referência de onde foi que este autor encontrou essa informação, essa nota histórica, esse fato, esse contexto histórico que ele coloca sobre a evolução de determinado conteúdo [...] P2

[...] uma das contribuições da história, desse trabalho, dessa investigação na minha formação foi em relação à construção racional dos conteúdos, procurar sempre observar como está sendo apresentado este conteúdo, se os conteúdos têm uma sequência lógica que favoreça o aprendizado. P2

[...] notadamente percebi que após o mestrado minha prática docente melhorou sim, minha forma de conceber a matemática também mudou, as formas de avaliar matemática ficaram mais abrangentes, até a forma de elaboração das atividades avaliativas também ficaram mais abrangentes, mais contextualizadas, sempre que possível tentando ligar o conteúdo a um contexto social ou prático. P6

Isso tudo eu sou mais rigoroso agora. Quando seleciono atividades para os alunos vou logo refletindo: Para que isso? Como posso relacionar esse conteúdo com outros? Como posso justificar esse conteúdo para meus alunos? É possível fazer contextualizações? E antes não, eu pegava os exercícios, resolvia para ver se alcançava a resposta correta e pronto, dava na sala de aula. Minha preocupação era somente ver se eu conseguiria resolver. Agora eu carrego comigo muitas outras preocupações relacionadas à aprendizagem dos alunos. P6

É interessante notar nos relatos de P2 que, ao observar que a sequência dos conteúdos apresentados nos livros, muitas vezes, é diferente da histórica, passou a observar se a ordem dos conteúdos apresentada favorece ou não a aprendizagem dos alunos. Também indica que ficou mais exigente em relação às informações históricas que aparecem em livros didáticos e paradidáticos, observando sempre a referência de tal informação. Segundo ela, esses cuidados ocorreram após tomar contato com os estudos em história da matemática.

P6 acredita que a pesquisa histórica com a construção de uma abordagem, ocorrida no mestrado, colaborou para sua formação docente, em diversos aspectos. Considera-se hoje um profissional mais rigoroso, crítico e reflexivo com sua prática e mais preocupado com a aprendizagem dos alunos.

Além dos saberes curriculares, encontramos em Tardif (2002) os saberes profissionais, como sendo aqueles transmitidos pela formação inicial ou em serviço, em que os professores articulam seus conhecimentos práticos com os conhecimentos teóricos oriundos das pesquisas científicas. Esse aspecto foi evidenciado na pesquisa, conforme podemos observar nos seguintes trechos, em que os professores relatam a importância da relação entre os aspectos teóricos

relacionados à pesquisa que realizavam e a experiência, a prática de sala de aula, para a construção das abordagens pedagógicas:

[...] para fazer a pesquisa você tem que ter uma mente muito aberta, não pode fechar, porque no momento da pesquisa havia coisas que eu tinha experiência em sala de aula, então tinha coisas que eu dizia “eu acho que não dá”, “acho que não dá certo isso”[...] P1

Então a experiência minha de dez, doze anos que eu tinha na época ela foi fundamental para que eu pudesse construir uma proposta pedagógica adequada, para que eu pudesse fazer a transposição didática adequada. P1

[...] acho que a história ajuda e isso eu aprendi na experiência com os meus alunos, muito mais na experiência com os alunos para depois voltar para os livros novamente. Lá foi que eu percebi porque a experiência com o aluno ela é muito diferente da gente ficar tentando produzir algo sem ver como é que funciona quando você vai para dentro da sala de aula. P5

Nossa pesquisa mostra a contribuição significativa que o processo de estudo, construção e aplicação de uma abordagem histórica teve na estruturação dos saberes profissionais dos professores envolvidos, uma vez que, a todo o momento, foi necessária a articulação entre os aportes teóricos e metodológicos das diversas áreas e a experiência do professor.

Essa articulação necessita de reflexão sobre a prática educativa do professor, mas são reflexões racionais, fundamentadas, que colaboram para a construção de seus saberes pedagógicos e para a orientação da atividade educativa.

- **Saberes relacionados à percepção das relações entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento:**

Assim como a reconstrução histórica colabora para a contextualização do conhecimento matemático, contribui também para a percepção das relações existentes entre a matemática e outras áreas. Os estudos do desenvolvimento histórico de um conteúdo podem evidenciar tais relações, mostrando que o conhecimento matemático foi importante para o desenvolvimento de outras áreas, para a resolução de problemas diversos, entre outros. Esses saberes auxiliam o professor a contextualizar e a justificar a matemática perante seus alunos.

Encontramos na categoria VI⁷³ elementos contributivos para a construção do conhecimento pedagógico do conteúdo, como é o caso da percepção das relações entre os conteúdos matemáticos e outras áreas de conhecimento, das quais o professor pode lançar mão para exemplificar as suas aulas, contextualizar os conhecimentos matemáticos, que muitas vezes, por seu caráter abstrato, são de difícil contextualização. No relato a seguir, é possível observar a percepção que este sujeito teve a respeito da relação entre a astronomia e a trigonometria:

E fui percebendo que sim, como quando por exemplo, já desde o início os astrônomos, eles procuravam fazer, eles olhavam para o céu, faziam as observações, quer dizer, eles olhavam os dados empíricos e faziam aquelas medidas, cálculos quantitativos do círculo, faziam a medida da distância entre a Terra e outros planetas, pelo menos uma estimativa, tamanho da Terra, sempre fazendo cálculos astronômicos, usando a trigonometria também [...] P2

Os estudos do desenvolvimento histórico de um conceito proporcionam a percepção das relações entre esse conhecimento e as outras áreas, que pode auxiliar o professor a justificar a relevância dele para o desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade, a contextualizar esse conhecimento e mostrar as suas aplicações em outras áreas.

Essa visão mais ampla pode auxiliar os professores na reconstrução dos saberes disciplinares, curriculares e pedagógicos, pois possibilita o entendimento das relações entre as várias disciplinas presentes nos currículos, da importância do conhecimento matemático para outras áreas, e tais compreensões podem ter reflexos na sua atuação pedagógica, ressignificando esses saberes.

- **Saberes relacionados à formação interdisciplinar do professor – capacidade de articular diversos elementos na construção de abordagens históricas:**

O outro aspecto observado em nossos estudos diz respeito à necessidade de o professor fazer escolhas e articular diferentes áreas do conhecimento na tentativa de organizar uma proposta de uso da história da matemática em sala de aula.

⁷³ Categoria VI: Perspectiva interdisciplinar das abordagens históricas.

Em nossa compreensão, o processo de pesquisa, construção e aplicação de uma abordagem histórica requer do professor a articulação entre diversos conhecimentos, como as fontes históricas, as reflexões filosóficas, os cuidados metodológicos, as opções pedagógicas e o conteúdo a ser ensinado (BATISTA, 2009).

É um empreendimento que exige do professor constante reflexão e tomada de decisão, colaborando para a construção de sua autonomia intelectual e de sua identidade profissional. A literatura defende o professor como produtor de saberes, numa concepção que ultrapassa a racionalidade técnica, e o desenvolvimento de uma abordagem histórica, como as realizadas pelos professores participantes, colaboraram para a construção de saberes que são estruturados por meio do sincretismo entre os conhecimentos dos quais dispõe.

Fazer escolhas já traz implícita a reflexão do professor. Nos discursos que analisamos, os professores evidenciaram a necessidade de, entre tantas opções, escolher as mais pertinentes em relação à sua realidade, a fase escolar dos alunos, ao tempo disponível, aos materiais que possibilitassem debates mais adequados, entre outros, como colocado na categoria VI.

A elaboração dos textos históricos já constitui um momento de reflexão e análise por parte dos professores, pois, segundo os mesmos, compor um texto histórico com finalidades pedagógicas requer uma série de cuidados, adequações, seleção de pontos relevantes, como observamos nos relatos a seguir:

Então esse fator de preparar textos foi complicado. Na montagem da proposta foi isso, foi a adequação dos conteúdos que eu tinha que trabalhar com a pesquisa que eu tinha feito, então interligar, articular isso num único texto para poder trabalhar com os alunos numa contextura e montar, viabilizar tudo isso. O que facilitou para mim é que eu tinha uma experiência de mais de dez anos de sala de aula de Ensino Médio, eu tinha uma noção de como a coisa poderia acontecer ou não [...] P1

Não é nem um pouco fácil escrever em história, manter um fio condutor e não fazer de seu texto uma "colcha de retalhos" de aspectos históricos. Não é fácil manter uma cronologia quando você não tem uma fonte contínua de dados. Em cada livro, cada artigo, você pega um pequeno dado que contribui para a sua pesquisa, lincar esses dados em um texto coerente é difícil. P3

Então não é ir apenas pegando o que um autor fala, depois outro, etc. Não é assim que se faz a pesquisa histórica. Ela tem que seguir uma linha de raciocínio e tem que atender aos objetivos da pesquisa, que era construir uma sequência de atividades apoiadas na história da matemática. P6

Destacamos ainda a necessidade de articular os resultados da pesquisa histórica com a organização das atividades, de forma que as informações obtidas colaborem com a construção das atividades. Então não é uma tarefa que constitui unicamente em selecionar, na história, aspectos relacionados à construção dos conceitos estudados, mas também de identificar elementos que possam ser aproveitados pedagogicamente, de acordo com os objetivos de cada um, como encontramos nos trechos abaixo:

Procurei construir uma sequência didática que possuísse problemas dispostos em uma sequência condizente com a sequência do desenvolvimento histórico das funções. P3

[...] a parte histórica se adequou a sequência, que não era formada apenas por atividades históricas. Esse foi um ponto importante, usar a história sem fugir da proposta de investigação. P4

A ideia é você ir buscar na história procurar as coisas que podem lhe auxiliar para trabalhar com o aluno, e isso é um processo difícil, para produzir uma atividade de ensino a partir da história você precisa de tempo, precisa se dedicar e precisa de fonte. Isso requer paciência, requer uma procura, uma busca constante por informação e ainda pensar qual é o modelo de atividade que você quer, porque os modelos variam muito, dependendo do princípio teórico que você toma como base em seu trabalho. P5

Cada fato novo que julgávamos importante para a construção dos números complexos gerava uma atividade que colocava esse aluno diante de uma situação semelhante à história, nosso objetivo era que o aluno também fosse um ser ativo nesse processo de criação. P6

Além disso, há a preocupação com a aprendizagem dos alunos. Ao desenvolver uma pesquisa histórica que fundamente uma sequência de atividades, o professor precisa estar atendo aos pontos que favoreçam o entendimento dos alunos, como afirma P5:

Com o desenvolvimento do conceito existem aspectos que são melhores para ensinar do que outros ok? Então ao mesmo tempo em que a gente ia entendendo melhor o desenvolvimento do conceito na história, nós íamos localizando aspectos melhores de ser entendidos pelos alunos. Essa é a riqueza que a história traz [...] P5

Então, construir uma abordagem requer do professor o conhecimento da história da matemática, de suas potencialidades pedagógicas, do conteúdo matemático a ser ensinado, das opções pedagógicas existentes, das metodologias de ensino. Exige também o conhecimento prático do professor, pois é

a partir da relação entre o conhecimento prático e as diversas opções teóricas e metodológicas que ele fará suas escolhas. Os relatos a seguir evidenciam a importância da experiência prática para a construção das abordagens:

Então essa visão minha prática ela contribuiu, esse conhecimento que eu tinha da minha prática, era conhecimento mesmo, eu sabia, e isso contribuiu na minha pesquisa [...] P1

A teoria é uma coisa, quando você vai na prática nem sempre você consegue colocar em prática cem por cento da teoria. Há uma adequação necessária. P1

Essa categoria evidencia também uma contribuição, no nosso entendimento, de um aspecto fortemente ligado ao conhecimento pedagógico do conteúdo. O viés interdisciplinar presente na construção de abordagens pedagógicas fundamentadas na história da matemática enriquece a base de conhecimentos do professor. Esse processo é reflexivo, e conduz o professor na capacidade de análise e síntese, buscando adequar os elementos teóricos e metodológicos disponíveis com a realidade da sala de aula.

Para Shulman (1986), o conhecimento pedagógico do conteúdo é de fundamental importância para ação docente, pois é dele que depende o processo de ensino e de aprendizagem. Dessa forma, afirmamos, com base em nossos dados empíricos, que a construção de abordagem histórica municia o professor de conhecimentos teóricos e pedagógicos que contribuem para fundamentar as suas escolhas, a sua abordagem em sala de aula, enfim, para uma atuação fundamentada em aportes validados pelas pesquisas da área de educação matemática.

Destarte, consideramos que o processo de construção de uma abordagem histórica para o ensino de matemática tem como contribuição para a prática profissional proporcionar capacidade de sincretismo entre vários componentes necessários para o ensino de matemática. Construir uma abordagem não é apenas pegar elementos da história e levar para a sala de aula, exige do professor uma capacidade de relacionar diversos componentes, de forma coerente e sistematizada, que atenda ao objetivo de proporcionar aprendizagem matemática.

Destacamos que os saberes que acabamos de apresentar como contribuição da presente pesquisa não atuam de forma isolada, ao contrário, cada um deles tem a sua contribuição para a formação do professor e para sua atuação

em sala de aula. O professor, no decorrer de sua ação docente, mobiliza e articula vários saberes. Como colocado por Gauthier et al. (1998) e Tardif (2002), as pesquisas em educação precisam estudar, de forma científica e sistematizada, os saberes docentes, para que estes deixem de ser particulares, individuais e possam ser compartilhados com outros professores e aproveitados nos programas de formação, seja inicial ou em serviço.

Brito e Alves (2008) salientam também a necessidade da profissionalização do ofício de ensino. Para estas pesquisadoras, para que profissionalização ocorra é necessário da definição dos diversos saberes que sustentam a prática do professor.

Assim, consideramos que os resultados apresentados nessa investigação estão de acordo com as preocupações das pesquisas em saberes docentes, uma vez que visam compreender e evidenciar alguns saberes construídos a partir da integração entre os conhecimentos teóricos e a experiência prática do professor, como evidenciam Fiorentini (2000), Cochran-Smith (2008), entre outros.

Na perspectiva do professor reflexivo, Schön (1995) argumenta que somente a aplicação de teorias e técnicas não soluciona os problemas da atividade profissional diária do professor, mas que o exercício da reflexão pode orientá-lo na busca por respostas aos seus dilemas.

A experiência vivenciada pelos professores de nossa investigação permitiu que eles participassem, de forma efetiva, de todo o processo de pesquisa, construção e aplicação de uma abordagem histórica. Não foi um conhecimento recebido de fora, feito por outros, o qual eles apenas aplicariam. Ao contrário, o processo de pesquisa e construção da abordagem foi um trabalho oriundo da interação entre as vivências práticas e os estudos realizados. Foi possível reelaborar os conhecimentos práticos por meio de um estudo teórico, sistematizado, que ultrapassa os saberes intuitivos do professor.

Nos estudos que realizamos a respeito de uma base de conhecimentos necessários para o trabalho do professor, Shulman (1986) argumenta que as questões que envolvem os conhecimentos do professor são complexas, portanto necessitam de estudos que compreendam essas questões. Para Mizukami (2004), a docência pode ser compreendida como uma atividade permeada por diversas variáveis, que incluem elementos teóricos e práticos. A presente pesquisa atende a essa necessidade, pois nossos estudos visam explicitar,

analisar e validar os saberes desenvolvidos pelos professores ao terem contato com os aportes teóricos e metodológicos da história da matemática.

Os saberes da experiência são desenvolvidos a partir da própria ação do professor, por isso são pessoais, particulares (TARDIF, 2002). Mas esses saberes da experiência podem, e devem, ser conhecidos e estudados pelas pesquisas científicas, para que possam ser compartilhados com outros professores. Segundo Gauthier et al. (1998), os saberes da experiência, quando estudados e compartilhados por meio das pesquisas, dão origem a um outro tipo de saber, que denominaram de saberes da ação pedagógica.

Os resultados que alcançamos com a presente pesquisa contribuem para os saberes da ação pedagógica, uma vez que a análise sistematizada que realizamos apresenta alguns elementos que evidenciam a relação profícua entre os conhecimentos da história da matemática e os desenvolvidos durante o processo de construção da abordagem histórica na estruturação dos saberes docentes, evidenciando algumas contribuições para a formação do professor. Para Espinosa e Fiorentini (2005), as pesquisas que estudam os saberes docentes produzidos e mobilizados pelos professores apresentam resultados e reflexões que precisam ser incorporados à literatura a respeito da formação docente.

Também assinalamos que nossos resultados auxiliam na percepção da relevância dos conhecimentos teóricos na formação do professor, contribuindo para a perspectiva do ofício feito de saberes, como defendida por Gauthier et al. (1998). Não basta ter vontade de trabalhar com a história da matemática, somente a boa vontade conduz a uma prática de senso comum. É necessário que o professor receba formação para isso, e essa formação pressupõe a relação entre os aportes teóricos e metodológicos e a experiência do docente. Os professores envolvidos na pesquisa mostraram essa preocupação, como é possível observar pelos seguintes relatos:

Agora, o que não é possível é você pegar hoje, sem conhecimento teórico, uma pessoa que está em sala de aula, dez, quinze anos, e dizer para ela preparar uma proposta, segundo uma abordagem histórica, não dá, ela precisa ter o conhecimento [...] P1

[...] se é difícil para um professor, como eu, que realizei a pesquisa, aplicar em sala de aula, imagine só para um professor que não conhece a história da matemática, não realizou a pesquisa histórica, não sabe articular os elementos históricos e didáticos, quer dizer, parece ser um desafio imenso, que desestimula o professor. P3

Alguns poucos de nós têm o privilégio de cursar um mestrado, de pesquisar como fazer isso, mas a grande maioria continua em sala de aula fazendo as mesmas coisas e cada vez mais desestimulada de tentar mudar. Parece que é fácil dizer: muda, faz diferente, é só ter vontade. Mas não é só ter vontade não. Claro que ter vontade é necessário, mas o professor, além de vontade precisar ser preparado para isso. P4

Esse é um ponto que volto a afirmar a importância do professor estar preparado para trabalhar com a história da matemática. Será que se a sequência fosse aplicada por um outro professor que não desenvolveu a pesquisa, teria o mesmo resultado? Pois é, isso eu não sei, mas desconfio que não. A não ser que o pesquisador o tivesse preparado para isso. P6

P1 argumenta a respeito da dificuldade em um professor comum, que atua em sala de aula, sem conhecimento teórico relacionado à história da matemática, preparar uma abordagem histórica. Para P4, não basta ao professor ter vontade, é necessário que o mesmo seja preparado para realizar atividades diferentes, como a abordagem pela história da matemática. O relato de P3 evidencia sua preocupação no sentido da dificuldade que foi para ele elaborar a abordagem histórica, mesmo recebendo formação para isso, como deve ser para um professor que não teve preparo algum? E P6 levanta um ponto importante ao questionar se a abordagem teria os mesmos resultados se tivesse sido aplicada por um outro professor que não participou do processo de construção da mesma.

Essas questões são importantes e necessárias, uma vez que colocam a formação docente num papel central para o uso efetivo da história da matemática em sala de aula. A inserção de componentes históricos nas aulas de matemática não se faz sem o professor, mas este precisa ser preparado adequadamente para tal. Não é apenas fornecer ao professor material histórico, como vimos, há uma série de saberes que se articulam num processo no qual o docente é sujeito reflexivo e produtor de saberes.

A necessidade de ultrapassar a racionalidade técnica e de encarar o professor como um sujeito produtor de saberes relacionados à sua profissão também é defendida por Tardif (2002). Em sua concepção, se faz necessário teorizar a prática do professor e formalizar tais saberes e compreendemos que a investigação que realizamos apresenta contribuições para essa teorização, colaborando para a construção da epistemologia do professor, uma vez que a análise por nós realizada evidenciou o desenvolvimento de diversos saberes que podem auxiliar na teorização da prática profissional do professor de matemática.

De acordo com Paiva (2008), a formação do professor de matemática deve contribuir para a formação da sua autonomia intelectual, e a experiência vivenciada pelos professores participantes da pesquisa proporcionou aos mesmos essa oportunidade. A imersão dos sujeitos da pesquisa na busca por solucionar problemas de sua prática é um processo ímpar, de construção pessoal, que não será mais esquecido. Os saberes desenvolvidos por eles são legítimos, pois são frutos da vivência de cada um, da relação entre a experiência que tinham e o desafio de usar a história da matemática em sala de aula.

A relevância da história da matemática na formação do professor tem sido muito debatida, tanto no cenário nacional quanto em outros países (MIGUEL, 2005). Na fundamentação teórica que elaboramos a respeito dessa temática, apresentamos diversas pesquisas que abordam essa discussão.

As contribuições salientadas pelas pesquisas são muitas, como por exemplo, para a compreensão dos conteúdos matemáticos, conforme Miguel e Miorim (2008), Brito e Carvalho (2009), Bursal (2010), entre outros; para a compreensão da natureza do conhecimento matemático, de acordo com Bicudo (1999), Barbin (2000), Charalambous, Panaoura e Philippou (2009), entre outros; para a formação metodológica do professor, conforme Dass (2005), Fried (2008), Cury e Motta (2008); e para a visão interdisciplinar do professor, como visto em Batista (2009).

Além disso, as pesquisas discorrem a respeito das dificuldades que os professores encontram para incorporar elementos históricos em suas práticas, como a falta de material histórico adequado e a própria formação do professor, como indicam Tzanakis e Arcavi (2000) e Miguel e Miorim (2008).

A investigação que realizamos colabora para as pesquisas que versam a respeito da história da matemática na formação do professor, pois apresenta uma leitura diferenciada, na perspectiva dos saberes docentes, cujos resultados analisam e explicitam alguns saberes construídos e reconstruídos por professores que desenvolveram e aplicaram abordagens históricas em sala de aula. Os resultados obtidos por meio dessa investigação trazem elementos relevantes para as pesquisas em saberes docentes e em história da matemática na educação matemática.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa proporcionou, em todas as etapas, muitas inquietudes e expectativas próprias de um trabalho dessa natureza, possibilitando, a todo o tempo, reflexões relevantes para a nossa formação como pesquisadoras e como professoras.

Como já explicitamos em muitos momentos, nossa intenção na realização desta investigação tem sido tecer um conjunto de reflexões que possam trazer contribuições para as pesquisas em educação matemática, mais especificamente as relacionadas aos saberes docentes e à história da matemática.

O estudo detalhado que apresentamos contribui para a área, uma vez que pôde oferecer suporte para sistematizarmos reflexões que podem servir de referência para as ações de formação do professor de matemática.

A ideia central da nossa proposta foi compreender e analisar alguns saberes docentes estruturados e reestruturados por professores que tiveram contato com a história da matemática e que, além disso, construíram e aplicaram uma abordagem pedagógica, pautada na história, para a aprendizagem matemática.

Para atingir ao nosso objetivo, entrevistamos professores que tiveram a prática de realizar tal empreendimento, contribuindo para minimizar o distanciamento entre as pesquisas científicas e a realidade do professor.

Os estudos teóricos a respeito da formação de professores e saberes docentes que sustentam esta investigação evidenciam essa necessidade, além de argumentarem para a superação da racionalidade técnica, considerando o professor como sujeito produtor de saberes. Em nosso entendimento, a presente investigação atende a essas demandas, pois considera os professores que tiveram a experiência prática e o papel de protagonista na construção de uma abordagem pedagógica apoiada na história da matemática.

As informações presentes no capítulo relacionado com os saberes docentes evidenciam as perspectivas apresentadas por diferentes estudiosos, como Schön (1995), Shulman (1986), Gauthier et al. (1998) e Tardif (2002). Nessas discussões, argumentam que, para estudarmos a prática do professor, é necessário promover uma aproximação com o modo como percebemos esse profissional e tentamos compreender suas atitudes em sala de aula. Dessa forma, os modelos de formação baseados na racionalidade técnica, em que os saberes antecedem a

prática e são aplicados na prática, não conseguem atender a esse sincretismo característico dos saberes docentes.

Para esses autores, o ensino exige do professor a capacidade de selecionar e utilizar em sua prática cotidiana uma gama de saberes, oriundos de diversas fontes. Contudo, os estudiosos salientam a necessidade de as pesquisas estudarem esses saberes de forma sistematizada para que possam ser compartilhados e, dessa forma, contribuir para as ações formadoras (ESPINOSA; FIORENTINI, 2005).

Diante do exposto, assinalamos que a pesquisa desenvolvida por nós agrega elementos significativos para as investigações a respeito de saberes docentes, estudando-os, de forma sistematizada, e compartilhando os resultados obtidos com os demais pesquisadores da área. Além disso, os saberes docentes evidenciados por meio da investigação realizada trazem elementos contributivos que podem complementar os já discutidos pela literatura.

No que diz respeito aos estudos relacionado à história da matemática e suas potencialidades na educação matemática e na formação docente, esclarecemos, no decorrer do capítulo 3, que a aproximação entre os elementos da história da matemática e a formação dos professores é defendida por muitos pesquisadores que explicitam diversos benefícios para a formação docente.

Embora muitas pesquisas discutam e afirmem a relevância de tais conhecimentos para a formação do professor de matemática, isso pode nos conduzir a uma falsa ideia de que não se tem mais nada para ser estudado. Entretanto, os resultados obtidos por meio da pesquisa evidenciam que há muito o que compreender na formação docente para que a história da matemática seja efetivamente usada em sala de aula.

Com relação aos saberes docentes, os resultados indicam que a aproximação dos professores com os estudos teóricos da história da matemática enriquecem os saberes, em seus vários aspectos, como a compreensão da natureza do conhecimento matemático, a compreensão dos conteúdos, a formação metodológica e a visão interdisciplinar do professor.

Se advogamos em favor da inserção da história da matemática na educação matemática, como nos indica a literatura, temos que compreender que tal inserção não se faz sem a formação do professor. Diante disso, consideramos que as reflexões possibilitadas por meio dessa investigação apresentam elementos

importantes para os processos de formação docente que objetivam o uso da história da matemática em sala de aula.

Além disso, a investigação por nós realizada apresenta uma leitura diferenciada, uma vez que analisamos os discursos de professores que vivenciaram o processo de pesquisa, construção e aplicação de uma abordagem histórica, numa perspectiva que extrapola as questões debatidas pela área. A literatura é rica em indicar as potencialidades didáticas da história da matemática, tanto no ensino quanto na formação docente. Entretanto, observamos que as pesquisas que procuram investigar como ocorre efetivamente a sua utilização em sala de aula apresentam-se em número reduzido.

São muitas as discussões que tangenciam essa questão e, entre elas, encontra-se a formação docente. Dessa forma, as compreensões alcançadas por meio desse estudo colaboram com elementos diferenciados para a discussão do papel da história da matemática na formação docente, pois estudam de forma sistematizada e explicitam saberes que precisam ser desenvolvidos por professores de matemática que intencionam trabalhar com abordagens históricas em sala de aula.

A análise dos dados, fundamentada pela análise de conteúdo, nos permitiu estruturar seis categorias que explicitam, desde a percepção da necessidade de formação por parte dos professores, até as contribuições que a aproximação que os mesmos tiveram com a área de história da matemática e o processo de construção de abordagens históricas proporcionaram para sua formação.

Na categoria denominada “lacunas da formação recebida”, os discursos analisados mostram que os professores não conseguiam responder a muitos questionamentos de seus alunos, evidenciando que a formação que haviam recebido não era suficiente para fornecer explicações satisfatórias. Essa formação recebida até então também conduziu os professores a uma compreensão estática e mitificada do conhecimento matemático, como demonstrado na categoria “compreensão da natureza do conhecimento matemático pelo professor, antes da pesquisa”.

O contato que os sujeitos tiveram com as pesquisas em história da matemática, durante a formação *stricto sensu*, proporcionou aos mesmos outra compreensão da natureza do conhecimento matemático, afastando-se de uma visão

estática e mitificada e aproximando-se do entendimento da matemática como um conhecimento dinâmico, que se constrói e se desenvolve por meio da coletividade e da colaboração entre as pesquisas, como mostram os depoimentos da categoria “contribuições da história da matemática para a compreensão da natureza do conhecimento matemático pelo professor”.

Além das contribuições elencadas no parágrafo anterior, a categoria “história da matemática na compreensão dos conteúdos matemáticos e na ação docente” explicita que os estudos históricos realizados pelos professores contribuíram para o entendimento dos conteúdos matemáticos estudados e que isso trouxe implicações positivas para a ação docente. Outro ponto explicitado pela análise dos dados se refere à categoria “aspectos metodológicos na construção da abordagem histórica” que discute os cuidados que os professores tiveram que ter ao construir uma abordagem histórica adequada para ser aplicada em sala de aula.

A última categoria apresentada neste estudo diz respeito à “perspectiva interdisciplinar das abordagens históricas” que evidenciou dois aspectos. O primeiro relaciona-se à percepção, por parte dos professores investigados, das relações entre o conhecimento matemático e as outras áreas, que foi possível por meio dos estudos históricos.

O segundo evidencia a formação interdisciplinar do docente ao construir uma abordagem histórica para ser aplicada em sala de aula, uma vez que o processo de construção de tal abordagem requer do professor a articulação entre vários campos, como as informações históricas oriundas das fontes selecionadas e os componentes pedagógicos. Esse processo de construção da abordagem histórica insere o professor como sujeito produtor de saberes, uma vez que o mesmo vai aplicar em sala de aula uma proposta construída por ele, estudada e fundamentada nas investigações da área, colaborando para a superação da racionalidade técnica e auxiliando o professor na legitimação de sua prática, a partir da construção de uma identidade na sua ação profissional.

Diante dos resultados obtidos na análise dos dados e apoiados nos estudos que versam a respeito dos saberes docentes, estruturamos alguns saberes que podem colaborar com a realização de novas pesquisas na área e com futuras ações formadoras. Os saberes que apresentamos, como resultados consolidados desta investigação, foram discutidos no capítulo 6 e são saberes relacionados à:

- compreensão dos conteúdos matemáticos;
- compreensão da natureza do conhecimento matemático;
- capacidade de contextualizar o conhecimento matemático;
- formação metodológica do professor;
- percepção das relações entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento; e
- formação interdisciplinar do professor.

Esses saberes precisaram ser desenvolvidos pelos professores, eles mesmos indicaram isso em suas falas. E o desenvolvimento só foi possível pelo fato dos mesmos vivenciarem o processo de construção de abordagens histórica, que demanda muitos conhecimentos e saberes, como a presente investigação explicitou.

Nossa proposta, no início da investigação, era buscar algumas compreensões a respeito dos saberes elaborados e reelaborados pelos professores ao ter contato com a história da matemática e ao vivenciar o processo de construção de abordagens históricas aplicáveis em sala de aula. No nosso entendimento, os resultados que obtivemos atendem a essa proposta e apresentam um diferencial em relação às discussões já realizadas pela área, além de possibilitar reflexões relacionadas tanto à área de história da matemática quanto a de saberes docentes e formação do professor.

Destacamos que a explicitação de tais saberes, na perspectiva em que realizamos essa investigação, apresenta uma inovação para as pesquisas que almejam compreender o processo de construção e reconstrução dos saberes do professor de matemática, em seus vários aspectos.

Finalizamos nossas considerações com a satisfação de ter realizado uma pesquisa que vai ao encontro da preocupação que compartilhamos com muitos outros pesquisadores, de que, para que a história da matemática seja realmente usada em sala de aula, é imprescindível a preparação adequada do professor. Assim, o estudo e a explicitação dos saberes docentes relacionados ao uso da história da matemática por alguns professores, como os sujeitos da pesquisa, são relevantes para essa formação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Patrícia Cristina Albieri; BIAJONI, Jefferson. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 281-295, maio/ago. 2007.

ALVES, Wanderson Ferreira. A formação de professores e as teorias do saber docente: contextos, dúvidas, desafios. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 263-280, maio/ago. 2007.

ARAMAN, Eliane Maria de Oliveira; BATISTA, Irinéa de Lourdes. A história da matemática como fonte de conhecimentos para a construção de saberes docentes de professores de matemática. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2009, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2009. CDROM.

_____. O uso da história da matemática com finalidades didáticas: o que está sendo investigado pela área 46 da Capes. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2010. CDROM.

ARAUJO, Jussara de Loiola; BORBA, Marcelo de Carvalho. Construindo pesquisa coletivamente em educação matemática. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAUJO, Jussara de Loiola. (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p. 25-45.

BARBIN, Evelyne. Integrating history: research perspectives. In: FAUVEL, John; MAANEN, Jan van. **History in mathematics education: the ICMI study**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 63-70.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Ed. 70, 2004.

BARONI, Rosa; NOBRE, Sergio. A pesquisa em história da matemática e suas relações com a educação matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (Org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 129-136.

BARTOLINI, Maria G.; SIERPINSKA, Anna. The relevance of historical studies in designing and analysing classroom activities. In: FAUVEL, John; MAANEN, Jan van. **History in mathematics education: the ICMI study**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 154-162.

BATISTA, Irinéa de Lourdes. Reconstruções histórico-filosóficas e a pesquisa interdisciplinar em educação científica e matemática. In: BATISTA, Irinéa de Lourdes; SALVI, Rosana Figueiredo (Org.). **Pós-graduação em ensino de ciências e educação matemática: um perfil de pesquisas**. Londrina: EDUEL, 2009. p. 35-50

BATISTA, Irinéa de Lourdes; LUCCAS, Simone. Abordagem histórico-filosófica e Educação Matemática – uma proposta de interação entre domínios de conhecimento. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 101-133, 2004.

BATISTA, Irinéa de Lourdes; SAMPAIO, Helenara Regina. A filosofia da ciência como um saber necessário para a teorização da prática docente. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2006. CDROM.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. Filosofia da educação matemática: um enfoque fenomenológico. In: _____. (Org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 21-43.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto, 1994.

BONI, Valdete; QUARESMA, Sílvia Jurema. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em ciências sociais. **Em Tese: Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 68-80, jan./jul. 2005.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: matemática**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRITO, Arlete de Jesus; ALVES, Francisca Terezinha Oliveira. Profissionalização e saberes docentes: análise de uma experiência em formação inicial de professores de matemática. In: NACARATO, Adair Mendes; PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. **A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. p. 27-42.

BRITO, Arlete de Jesus; CARVALHO, Dione Lucchesi. Utilizando a história no ensino de geometria. In: MIGUEL, Antonio; BRITO, Arlete de Jesus; CARVALHO, Dione Lucchesi; MENDES, Iran Abreu. **História da matemática em atividades didáticas**. São Paulo: Livraria da Física, 2009. p. 13-104.

BROLEZZI, Antonio Carlos. **A arte de contar: uma introdução ao estudo do valor didático da história da matemática**. 1991. Dissertação (Mestrado em Metodologia do Ensino e Educação Comparada) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

BROLEZZI, Antonio Carlos. **Conexões: história da matemática através de projetos de pesquisa**. Coleção História da Matemática para professores. Rio Claro, São Paulo: SBHmat, 2003.

BURSAL, Murat. Turkish preservice elementary teachers' self-efficacy beliefs regarding mathematics and science teaching. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Penang, v. 8, n. 4, p. 649-666, 2010.

CAMPOS, Silmara; PESSOA, Valda Inês Fontenele. Discutindo a formação de professoras e de professores com Donald Schön . In: GERALDI, Corinta M. G.; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elizabete M. de A. (Org.). **Cartografia do trabalho docente: professor (a) pesquisador (a)**. 3. ed. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 183-206.

CARVALHO, João Pitombeira. Brazil: the concept of function in in-service training. In: FAUVEL, John; MAANEN, Jan van. **History in mathematics education: the ICMI study**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 137-142.

CHARALAMBOUS, Charalambos Y.; PANAOURA, Areti; PHILIPPOU, George. Using the history of mathematics to induce changes in preservice teachers' beliefs and attitudes: insights from evaluating a teacher education program. **Educational Studies in Mathematics**, New York, v. 71, n. 2, p. 161-180, 2009.

CHARLOT, Bernard. **Da relação com o saber, elementos para uma teoria**. 1 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2000.

COCHRAN-SMITH, Marilyn. The new teacher education in the United States: directions forward. **Teachers and teaching: theory and practice**, London, v. 14, n. 4, p. 271–282, Aug. 2008.

COCHRAN-SMITH, Marilyn; LYTLE, Susan L. Relationships of knowledge and practice: teacher learning in communities. **Review of Research in Education**, Washington, v. 24, n. 1, p. 249-306, 1999.

CURY, Helena Noronha; MOTTA, Carlos Eduardo Mathias. História e estórias da matemática: uma entrevista com Heron nos dias atuais. In: CARVALHO, Luiz Mariano; CURY, Helena Noronha; MOURA, Carlos A.; FOSSA, John Andrew; GIRALDO, Victor (Org.). **História e tecnologia no ensino da matemática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. p. 77-96. v. 2.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (Org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 97-115.

_____. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1997. (Coleção Perspectivas em Educação Matemática)

_____. História da matemática e educação. **Cadernos CEDES**. Campinas: Papirus, 1996. p. 7-17. n. 40.

_____. Prefácio. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAÚJO, Jussara de Loiola. (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p. 11-23.

D'AMBROSIO, Ubiratan; BORBA, Marcelo de Carvalho. Dynamics of change of mathematics education in Brazil and a scenario of current research. **ZDM: Mathematics Education**, Eggenstein-Leopoldshafen, n. 42, p. 271-279, 2010.

DASS, Pradeep M. Understanding the nature of scientific enterprise (nose) through a discourse with its history: the influence of an undergraduate 'history of science' course. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Penang, v. 3, p. 87-115, 2005.

DORIER, Jean-Luc; ROGERS, Leo. Conclusions: guidelines and suggestions for future research. In: FAUVEL, John; MAANEN, Jan van. **History in mathematics education: the ICMI study**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 168-170.

DUARTE, Maria da Conceição. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciência. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004a.

DUARTE, Rosália. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar**, Curitiba, n. 24, p. 213-225, 2004b.

ESPINOSA, Alfonso Jiménez; FIORENTINI, Dario. (Re) Significação e reciprocidade de saberes e práticas no encontro de professores de matemática da escola e da universidade. In: FIORENTINI, Dario; NACARATO, Adair Mendes (Org.). **Cultura, formação e desenvolvimento profissional de professores que ensinam matemática**. Campinas: Musa, 2005. p. 152-174.

FAUVEL, John; MAANEN, Jan van. Introduction. In: _____. **History in mathematics education: the ICMI study**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. xi-xviii.

FERRINI-MUNDY, Joan; FINDELL, Bradford. The Mathematical education of prospective teachers of secondary school mathematics: old assumptions, new challenges. In: THE COMMITTEE ON THE UNDERGRADUATE PROGRAM IN MATHEMATICS (CUPM). **CUPM Discussion Papers about Mathematics and the Mathematical Sciences in 2010: what should students know?** USA: CUPM: The Mathematical Association of America, 2010. p.31-41.

FIORENTINI, Dario. A formação matemática e didático-pedagógica nas disciplinas da licenciatura em matemática. In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2004, São Paulo. **Anais...** Disponível em: <www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mr11-Dario.doc>. Acesso em: 20 ago. 2010.

_____. Pesquisando com professores: reflexões sobre o processo de produção e re-significação dos saberes da profissão docente. In: FIORENTINI, Dario (Org.). **Investigação em educação matemática: perspectivas e problemas**. Lisboa: APM, 2000. p. 187-195.

FIORENTINI, Dario; LORENZATTO, Sérgio. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 2. ed. Campinas: Autores Associados, 2007. (Coleção Formação de Professores).

FIORENTINI, Dario; NACARATO, Adair Mendes; PINTO, Renata. Saberes da experiência docente em matemática e educação continuada. **Quadrante: Revista teórica e de investigação**, Lisboa, v. 8, n. 1-2, p. 33-60, 1999.

FIORENTINI, Dario; SOUSA JUNIOR, Arlindo José; MELO, Alves Gilberto F. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. In: GERALDI, Corinta Maria Gerald; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elizabete Monteiro de A. (Org.). **Cartografia do trabalho docente: professor (a) pesquisador (a)**. 3. ed. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 307-335.

FRIED, Michael N. Didactics and history of mathematics: knowledge and self-knowledge. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, n. 66, p. 203-223, 2007.

FRIED, Michael N. History of mathematics in mathematics education: a saussurean perspective. **The Montana Mathematics Enthusiast**, Missoula, v. 5, n. 2/3, p. 185-198, 2008.

FURINGUETTI, Fulvia. Teacher education through the history of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, n. 66, p. 131-143, 2007.

GARCÍA, Carlos Marcelo. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1995, p. 51-76.

GARCÍA, Mercedes; SANCHES, Victoria; ESCUDERO, Isabel. Learning through reflection in mathematics teacher education. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, n. 64, p. 1-17, 2006.

GARNICA, Antonio Vicente Marafioti. História oral e educação matemática. In: BORBA, Marcelo de Carvalho; ARAUJO, Jussara de Loiola. (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p. 77-98.

GAUTHIER, Clermont; MARTINEAU, Stéphane; DESBIENS, Jean-François; SIMARD, Denis. **Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente**. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.

GÓMEZ, Angel Pérez. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. In: NÓVOA, António (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1995, p. 93-114.

GONÇALVES, Tadeu Oliver; GONÇALVES, Terezinha Valim Oliver. Reflexões sobre uma prática docente situada: buscando novas perspectivas para a formação de professores. In: GERALDI, Corinta Maria Grisolla; FIORENTINI, Dario; PEREIRA, Elizabete Monteiro. **Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)**. 3. ed. Campinas: Mercados das letras, 2003. p. 105-143.

GRIMBERG, Gerard E. História da matemática e educação matemática. In: CARVALHO, Luiz Mariano; CURY, Helena Noronha; MOURA, Carlos A.; FOSSA, John Andrew; GIRALDO, Victor (Org.). **História e tecnologia no ensino da matemática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. p. 207-220. v. 2.

GRUGNETTI, Lucia; ROGERS, Leo. Philosophical, multicultural and interdisciplinary issues. In: FAUVEL, John; MAANEN, Jan van. **History in mathematics education: the ICMI study**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 38-62.

HENRY, Michel. Evolution and prospects of preservice secondary mathematics teacher education in France. **Journal of Mathematics Teacher Education**, New York, v. 3, p. 271-279, 2000.

JANKVIST, Uffe Thomas. A categorization of the “whys” and “hows” of using history in mathematics education. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, n. 71, p. 235-261, 2009.

KRAUSS, Stephan; BAUMERT, Jürgen; BLUM, Werner. Secondary mathematics teachers’ pedagogical content knowledge and content knowledge: validation of the COACTIV constructs. **ZDM Mathematics Education**, Eggenstein-Leopoldshafen, n. 40, p. 873-892, 2008.

KING, Bruce B. Beginning Teachers’ Knowledge of and attitudes toward History and Philosophy of Science. **Science Education**, v. 75, n.1, p. 135-141, 1991.

KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.

LACEY, Hugh. **Valores e atividade científica**. 2. ed. São Paulo: Ed. 34, 2008.

LAVAQUI, Vanderlei; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Interdisciplinaridade em ensino de ciências e de matemática no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.

LIANG, Ling L.; CHEN, Sufen; CHEN, Xian; KAYA, Osman Nafiz; ADAMS, April Dean; MACKLIN, Monica; EBENEZER, Jazlin. Preservice teachers’ views about nature of scientific knowledge development: an international collaborative study. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Penang, n. 7, p. 987–1012, 2009.

LIBÂNIO, José Carlos. Reflexividade e formação de professores: outra oscilação do pensamento pedagógico brasileiro? In: PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro (Org.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2008, p. 53-79.

LIU, Po-Hung. History as a platform for developing college students’ epistemological beliefs of mathematics. **International Journal of Science and Mathematics Education**, Penang, n. 7, p. 473-499, 2009.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 1986.

MANRIQUE, Ana Lúcia; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo. Relações com saberes na formação de professores. In: NACARATO, Adair Mendes; PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. **A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. p. 133-147.

MARTINS, André Ferrer P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 112-131, abr. 2007.

MATTHEWS, Michael. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MENDES, Iran Abreu. Construtivismo e história da matemática: uma aliança possível. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 4., 2001, Natal. **Anais...** Rio Claro: SBHMat, 2001. p. 228-234.

MENDES, Iran Abreu; FOSSA, John A.; VALDES, Juan E. Nápoles. **A história como um agente de cognição na educação matemática**. Porto Alegre: Sulina, 2006.

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

MIGUEL, Antonio. História, filosofia e sociologia da educação matemática na formação do professor: um programa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 137-152, jan./abr. 2005.

MIGUEL, Antonio. **Três estudos sobre história e educação matemática**. 1993. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Campinas.

MIGUEL, Antonio; BRITO, Arlete de Jesus. A história da matemática na formação do professor de matemática. **Cadernos CEDES**. Campinas: Papirus, 1996. p. 47-61. v. 40.

MIGUEL, Antonio; MIORIM, Maria Ângela. **História na educação matemática: propostas e desafios**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. **Educação**, São Paulo, v. 29, n. 2, 2004. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/revce/revce/2004/02/r3.htm>>. Acesso em: 10 set. 2010.

MIZUKAMI, Maria das Graças Nicoletti. Aprendizagem da docência: conhecimento específico, contextos e práticas pedagógicas. In: NACARATO, Adair Mendes; PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. **A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. p. 213-231.

MORAES; Roque; GALIAZZI; Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, Plínio Cavalcanti; DAVID, Maria Manuela Martins Soares. Matemática escolar, matemática científica, saber docente e formação de professores. **Zetetiké**, Campinas, v. 11, n. 9, p. 57-80, jan./jul. 2003.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston: NCTM, 1989.

NAVARRO; Pablo; DÍAS, Capitolina. Análisis de contenido. In: DELGADO, Juan Manoel; GUTIÉRREZ, Juan. **Métodos y técnicas cualitativas de investigación em ciencias sociales**. Madri: Síntesis, 1999. p. 177-224.

NOBRE, Sergio. Alguns “porquês” na história da matemática e suas contribuições para a educação matemática. In: FERREIRA, Eduardo Sebastiani (Org.). **Cadernos CEDES**. Campinas: Papyrus, 1996. p. ini.-fin. v. 40

NOBRE, Sérgio. Biografias de matemáticos brasileiros: um projeto historiográfico. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 7., 2008, Guarapuava. **Anais...** Guarapuava: UNICENTRO, 2008. p. 129-141.

NÓVOA, António. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA, António. (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 13-33.

NUNES, Célia Maria Fernandes. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação & Sociedade**, São Paulo, ano 22, n. 74, p. 27-42, abr. 2001.

PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. O professor de matemática e sua formação: a busca da identidade profissional. In: NACARATO, Adair Mendes; PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. **A formação do professor que ensina matemática: perspectivas e pesquisas**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008. p. 89-111.

PASSOS, Marinez Meneghello; NARDI, Roberto; ARRUDA, Sergio de Mello. O campo formação de professores em revistas brasileiras da área de educação matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 51-92, 2008.

PIMENTA, Selma Garrido. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro (Org.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2008. p. 15-52.

PONTE, João Pedro. O desenvolvimento profissional do professor de matemática. **Educação e Matemática**, Lisboa, n. 31, p. 9-12, 1994. Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/artigos_pt.htm>. Acesso em: 20 ago. 2010.

RADFORD, Luis; BOERO, Paolo; VASCO, Carlos. Epistemological assumptions framing interpretations of students understanding of mathematics. In: FAUVEL, John; MAANEN, Jan van. **History in mathematics education: the ICMI study**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 162-167.

ROCHA, Luciana Parente; FIORENTINI, Dario. Desenvolvimento profissional do professor de matemática no início de carreira no Brasil. **Quadrante: Revista teórica e de investigação**, Lisboa, v. 15, n. 1/2, p. 145-168, 2006.

RUBIN, Richard L. Theory and method in history of mathematics. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**, London, v. 32, n. 5, p. 653-659, 2001.

SANTOS, Roberto Cavalcanti. **Conteúdos matemáticos da educação básica e sua abordagem em cursos de licenciatura em matemática**. 133 f. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

SCHÖN, Donald. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 77-91.

SCHUBRING, Gert. Researching into the history of teaching and learning mathematics: the state of the art. **Paedagogica Histórica**, Gent, v. 42, n. 4/5, p. 665-677, ago. 2006.

SHULMAN, Lee S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, Lee S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Washington, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

TARDIF, Maurice; LESSARD, Claude; LAHAYE, L. Os professores face ao saber: esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria e Educação**, Porto Alegre, n. 4, p. 215-233, 1991.

TARDIF, Maurice; RAYMOND, Danielle. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho do magistério. **Educação e Sociedade**, Campinas, ano 21, n. 73, p. 209-244, 2000.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

TATTO, Maria Teresa; LERMAN, Stephen; NOVOTNA, Jarmila. The organization of the mathematics preparation and development of teachers: a report from the ICMI study 15. **Journal of Mathematics Teacher Education**, New York, v. 13, p. 313-324, 2010.

TZANAKIS, Constantinos; ARCAVI, Abraham. Integrating history of mathematics in the classroom: an analytic survey. In: FAUVEL, John; MAANEN, Jan van. **History in mathematics education: the ICMI study**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 201-240.

VALADARES, Juarez Melgaço. O professor diante do espelho: reflexões sobre o conceito de professor reflexivo. In: PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro (Org.). **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito**. São Paulo: Cortez, 2008. p. 187-200.

VALENTE, Wagner. Trends of the history of mathematics education in Brazil. **ZDM Mathematics Education**, Eggenstein-Leopoldshafen, v. 42, n. 3/4, p. 315-323, 2010.

VIANNA, Carlos Roberto. **Matemática e história: algumas relações e implicações pedagógicas**. 1995. Dissertação (Mestrado em educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANEXO

ANEXO A⁷⁴

Autorização

AUTORIZO a aluna Eliane Maria de Oliveira Araman, regularmente matriculada no Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual de Londrina, a utilizar, parcial ou integralmente, anotações, gravações em áudio ou vídeo, de minhas falas ou imagem, para fins de pesquisa relacionada ao doutorado, podendo divulgá-las em publicações, congressos e eventos da área com a condição de que meu nome não será citado em hipótese alguma.

NOME: _____

RG: _____

DATA: _____

ASS.: _____

⁷⁴ Como já dissemos anteriormente, os dados coletados por meio das entrevistas estão preservados para pesquisas futuras. Qualquer dúvida, escrever para a autora: em_araman@yahoo.com.br