

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO - MESTRADO**

MARINÊS AVILA DE CHAVES KAVIATKOVSKI

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METODOLOGIA DE ENSINO E
APRENDIZAGEM NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

**PONTA GROSSA
2012**

MARINÊS AVILA DE CHAVES KAVIATKOVSKI

**A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METODOLOGIA DE ENSINO E
APRENDIZAGEM NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa, na linha de pesquisa: Ensino e Aprendizagem, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Dionísio Burak.

**PONTA GROSSA
2012**

K21m	Kaviatkovski, Marinês Avila de Chaves A modelagem matemática como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais do ensino fundamental / Marinês Avila de Chaves Kaviatkovski. Ponta Grossa, 2012. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Estadual de Ponta Grossa. Orientador: Prof. Dr. Dionísio Burak. 1. Modelagem matemática – ensino aprendizagem. 2. Educação matemática. 3. Ensino fundamental – anos iniciais. I. Burak, Dionísio. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Educação. III. T.
------	--

CDD: 510.7

TERMO DE APROVAÇÃO

MARINÊS ÁVILA DE CHAVES KAVIATKOVSKI

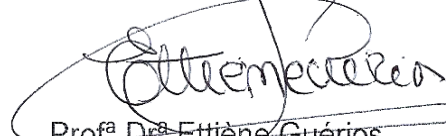
A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METODOLOGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Educação, Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

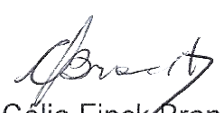
Orientador



Prof. Dr. Dionísio Burak
UNICENTRO/UEPG



Prof.ª Dr.ª Etienne Guérios
UFPR



Prof.ª Dr.ª Célia Finck Brandt
UEPG

Ponta Grossa, 30 de março de 2012.

A meu pai
Alcidio Alves de Chaves (*in memorium*)
Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que tudo tornou possível.

A minha mãe, fonte infinita de amor.

Ao Cláudio e ao André, pela paciência e carinho inesgotável.

A minha família e amigos, por acreditarem na realização deste trabalho.

Ao professor Dionísio Burak que, aceitando orientar esta pesquisa, mostrou o poder de acolhida e incentivo presente em um forte abraço.

Aos membros da banca, com especial agradecimento à Prof.^a Etienne Cordeiro Guérios e à Prof.^a Célia Finck Brandt, por suas relevantes contribuições no Exame de Qualificação.

Aos colegas de pós-graduação, pelas valiosas “discussões” em aula.

Aos professores e funcionários do Programa de Mestrado em Educação da UEPG que tive a oportunidade de conhecer durante esta caminhada.

Ao coordenador do curso do Programa de Mestrado em Educação da UEPG, Prof. Jefferson, e à secretária Cléia pela cordialidade, dedicação e empenho demonstrado em todos os momentos.

À Prefeitura Municipal de Curitiba, que me concedeu licença para estudo.

À Secretaria Municipal da Educação de Curitiba, que permitiu que eu desenvolvesse a minha pesquisa.

À amiga Rita Spacki, que incansavelmente fez a revisão de Língua Portuguesa deste trabalho.

Aos professores, que forneceram os dados para esta pesquisa.

KAVIATKOVSKI, Marinês Avila de Chaves. **A modelagem matemática como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2012. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.

RESUMO

Este trabalho apresenta e possibilita uma análise de como a Modelagem Matemática vem sendo inserida no contexto escolar, no âmbito de uma investigação que busca responder que contribuições a inserção da Modelagem Matemática, como uma metodologia de ensino e aprendizagem, pode oferecer ao ensino da Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental? O delineamento da pesquisa é de natureza qualitativa. Os dados apresentados foram obtidos por meio de uma pesquisa exploratória. Os objetivos da pesquisa foram: a) Contribuir com a inserção da Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito dos anos iniciais do Ensino Fundamental; b) Apontar, após reflexões analíticas, as explicitações dos professores relacionadas às perspectivas de utilização da Modelagem Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Utilizaram-se como fundamentação teórica as contribuições de Miorim (1998), que discute a História da Educação Matemática, de autores que discutem a natureza e metodologia da Educação Matemática (Rius, 1989a, 1989b; Kilpatrick 1996), autores que fundamentam os aspectos e análise dos dados de uma pesquisa qualitativa (Bogdan; Biklen, 1994; Bardin, 2011), autores que discutem a Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática (D'Ambrosio, 1999; Burak, 1992, 2010; Barbosa 2001; Meyer, 2007; Burak; Klüber, 2008, 2010), bem como autores que discutem a Educação e a formação do professor (Freire, 1981, 2005; Libâneo, 2006; Nacarato; Mengali; Passos, 2009). A pesquisa envolveu a análise de manifestações de professores após concluírem um curso de formação em serviço envolvendo a Modelagem Matemática, assim como a análise de trabalhos desenvolvidos com estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, segundo uma perspectiva de Modelagem Matemática. Os resultados da pesquisa indicam que no âmbito dos anos iniciais: a) a Modelagem é uma tendência metodológica que oferece contribuições ao processo de ensino da Matemática; b) os professores explicitam diferentes perspectivas de uso da Modelagem.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Educação Matemática. Anos Iniciais.

KAVIATKOVSKI, Marinês Avila de Chaves. **The mathematical modeling as a methodology of teaching and learning in the early years of elementary school**. 2012. 136 leaves. Dissertation (Master in Education) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – Brazil, 2012.

ABSTRACT

This work presents and enables an analysis of how the Mathematical Modeling is being inserted in the scholar context, on the ambit of an investigation that seeks to answer which contributions the insertion of Mathematical Modeling, as a methodology of teaching and learning, can offer in the early years of elementary school? The delimitation of this research is predominantly of qualitative nature. The data presented was obtained using an exploratory research. The objectives of the research were: a) Contribute with the insertion of Mathematical Modeling as a methodology of teaching and learning in the ambit of the early years of elementary school; b) Point, after analytical reflections, the clarifications made by the teachers related to the perspectives of utilizing the Mathematical Modeling in the early years of elementary school. It was utilized as theoretical fundamentation the contributions from Miorim (1998) who discusses the History of the Mathematical Education, from authors who discuss the nature and methodology of the Mathematical Education (Rius, 1989a, 1989b; Kilpatrick 1996), authors who underlie the aspects and analysis of data from a qualitative research (Bogdan; Biklen, 1994; Bardin, 2011), authors who discuss the Mathematical Modeling in the ambit of the Mathematical Education (D'Ambrosio, 1999; Burak, 1992, 2010; Barbosa 2001; Meyer, 2007; Burak; Klüber, 2008, 2010), as well as authors who discuss the Education and formation of the teacher (Freire, 1981, 2005; Libâneo, 2006; Nacarato; Mengali; Passos, 2009). The research involves the analysis from teacher manifestations after concluding a formation course in service involving the Mathematical Modeling, as well as the analysis of works developed with students from the early years of elementary school, according to a Mathematical Modeling perspective. The results of the research indicate that in the ambit of early years: a) Modeling is a methodological tendency that offers contributions to the process of teaching; b) teachers explicit different perspectives of the use of Modeling.

Keywords: Mathematical Modeling. Mathematical Education. Early years.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Tetraedro de Higginson	27
Figura 2 – Modelo complexo	31
Figura 3 – Esquema de uma Modelagem	44
Figura 4 – Modelagem Matemática	46
Figura 5 – Articulação entre as tendências metodológicas da Educação Matemática	62
Quadro 1 – Ano, edição, tema e organização referentes às CNMEM	37
Quadro 2 – Trabalhos acadêmicos analisados	73
Quadro 3 – Recorrência do item ruim, por curso, e justificativas	76
Quadro 4 – Recorrência do item regular, por curso, e justificativas	77
Quadro 5 – Recorrência do item bom, por curso, e justificativas	77
Quadro 6 – Recorrência do item ótimo, por curso, e justificativas	78
Quadro 7 – Núcleo de Ideias: Primeira aproximação das manifestações explicitadas nas fichas e nas respostas às questões do questionário	82
Quadro 8 – Redução final das aproximações: fichas de avaliação e questionário	84

LISTA DE SIGLAS

CNMEM	Conferência Nacional sobre Modelagem em Educação Matemática
DCE	Diretrizes Curriculares Estaduais
EF	Ensino Fundamental
ICI	Instituto Curitiba de Informática
MEC	Ministério da Educação
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
RME	Rede Municipal de Ensino de Curitiba
SBEM	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
SME	Secretaria Municipal da Educação de Curitiba
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNICENTRO	Universidade Estadual do Centro-Oeste

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1 – MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	18
1.1 A MATEMÁTICA DA ESCOLA E A MATEMÁTICA DA VIDA	18
1.2 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA PERSPECTIVA	22
CAPÍTULO 2 – A MODELAGEM MATEMÁTICA A PARTIR DE UMA VISÃO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	33
2.1 O INÍCIO DOS TRABALHOS COM A MODELAGEM MATEMÁTICA	34
2.2 DIFERENTES CONCEPÇÕES DA MODELAGEM MATEMÁTICA	39
2.3 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METODOLOGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	58
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA, NATUREZA E DELINEAMENTO DA PESQUISA: ETAPAS E PROCEDIMENTOS	64
3.1 A METODOLOGIA DA PESQUISA	64
3.2 ETAPAS E PROCEDIMENTOS	66
3.3 COLETA E METODOLOGIA NO TRATAMENTO DOS DADOS	71
CAPÍTULO 4 – ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	75
4.1 AS FICHAS DE AVALIAÇÃO DOS CURSOS DE FORMAÇÃO EM SERVIÇO	75
4.2 OS TRABALHOS ANALISADOS	78
4.3 O QUESTIONÁRIO	81
4.4 APROXIMAÇÕES ENTRE OS DOCUMENTOS ANALISADOS	81
4.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS	103
ANEXO A – Questionário	109
ANEXO B – Ficha de avaliação	112
ANEXO C – Respostas às questões do questionário	114
ANEXO D – Descrição dos trabalhos analisados	127

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa foi motivada por dois aspectos fundamentais: o pessoal e o profissional.

O primeiro, centrado no interesse particular em desenvolver um estudo sobre a Modelagem Matemática¹, foi sendo construído por meio de situações vivenciadas diretamente em aula, com estudantes do Ensino Fundamental², e pela leitura de trabalhos de diferentes autores, que, abordando a referida temática, sobre diferentes perspectivas, suscitaram inquietações a respeito da Modelagem.

O segundo, construído ao longo de uma trajetória de sala de aula e no trabalho direto com a formação em serviço dos professores da Rede Municipal de Ensino de Curitiba (RME), no que diz respeito especificamente ao trabalho com a Matemática, compartilha com os autores, que são o sustentáculo teórico da presente pesquisa, a necessidade de se efetivar um ensino e uma aprendizagem da Matemática realmente significativa.

Pimenta (2005) aponta que a escolha por um tema de pesquisa, algumas vezes, pode estar relacionada ao histórico de vida pessoal e profissional do pesquisador. Desse modo, não há pesquisa nem pesquisador neutro. Pesquisar significa também fazer escolhas que nem sempre são fáceis de serem efetivadas, uma vez que o pesquisador traz, em seu interior, influências do contexto social em que foi inserido desde a mais tenra idade.

Esta pesquisa tem como desafio discutir a Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito dos anos iniciais do Ensino Fundamental³ sob uma perspectiva de Educação Matemática.

Nesse sentido, esta introdução busca apresentar ao leitor aspectos que delinearam a realização deste trabalho e consequentemente o estabelecimento de seu desafio.

Serão explicitadas situações, inquietações e preocupações, decorrentes de uma trajetória profissional e pessoal, que suscitaram questionamentos relacionados ao ensino e à aprendizagem de conteúdos matemáticos especificamente voltados aos anos iniciais. A busca

¹ Com o intuito de melhorar a fluência do texto, o termo Modelagem Matemática será, a partir desse ponto, substituído por Modelagem. Dessa maneira, quando o leitor encontrar o termo Modelagem, esse estará se referindo à Modelagem Matemática. Excluem-se dessa situação títulos e subtítulos de capítulos, transcrição de trabalhos de autores e colocações retiradas de documentos pesquisados.

² De acordo com a resolução n.º 3 (3 de agosto de 2005) do Conselho Nacional de Educação referente ao Ensino Fundamental obrigatório de nove anos, esse passaria a ser distribuído em cinco anos iniciais (do 1.º ao 5.º ano) e quatro anos finais (do 6.º ao 9.º ano), sendo que os anos finais corresponderiam de 5.ª a 8.ª série. (Fonte: Portal do MEC).

³ Visando uma melhor fluência textual a expressão anos iniciais do Ensino Fundamental será, a partir deste ponto, substituída por anos iniciais, salvo as exceções já expostas no item 1.

de possíveis respostas para esses questionamentos ensejou, entre outros aspectos, rever concepções e repensar a prática de sala de aula.

Os índices insatisfatórios em relação à proficiência Matemática, que, segundo Brasil (2009), a maioria dos estudantes brasileiros da Educação Básica⁴ vêm demonstrando possuir, a partir dos resultados obtidos nas avaliações em larga escala⁵ realizadas pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC), também influenciaram a idealização deste trabalho.

Esses aspectos somados a um interesse particular em estudar a Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem, voltada aos anos iniciais, foram decisivos à elaboração de um projeto de pesquisa que possibilitou o ingresso em um programa de Mestrado em Educação e consequentemente a realização da presente pesquisa.

À luz das palavras de Pimenta (2005), são apresentados, a seguir, aspectos pessoais e profissionais que delinearam o alicerce em que se estruturou o presente trabalho de pesquisa.

Concluído o Ensino Fundamental⁶, a opção em cursar o Magistério no Ensino Médio já apontava um interesse particular pela área da Educação.

A maioria das horas de estágio, exigida durante o curso de Magistério, desenvolvido em escolas que atendiam os anos iniciais, foi voltada ao trabalho com conteúdos matemáticos, por dois motivos: interesse pessoal e um número expressivo de estudantes apresentando dificuldades em compreender conceitos básicos da Matemática. O ingresso no curso de Licenciatura em Matemática foi uma decorrência das experiências vivenciadas no Magistério, somadas a uma trajetória escolar sempre satisfatória nessa área do conhecimento.

O primeiro ano da graduação foi marcado por uma forte ruptura com a Matemática que esteve presente até o final da Educação Básica. A resolução de exercícios com números foi quase que totalmente excluída, dando lugar a exercícios algébricos, axiomas, teoremas e demonstrações.

Foram quatro anos de muito estudo, voltados praticamente à Matemática pura. Com exceção das disciplinas específicas da licenciatura, as demais não tinham por objetivo formar professores de Matemática, mas sim matemáticos puros.

⁴ A Educação Básica abrange a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio.

⁵ Atualmente as avaliações em larga escala que medem a proficiência em Matemática englobam o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB), Prova Brasil e Provinha Brasil. SAEB (avalia estudantes do 5.º e 9.º anos do Ensino Fundamental e do 3.º ano do Ensino Médio – acontece a cada dois anos desde 1990), Prova Brasil (avalia estudantes do 5.º ano e 9.º do Ensino Fundamental – acontece a cada dois anos desde 2005) e Provinha Brasil (avalia estudantes do 2.º ano do Ensino Fundamental – realizada a partir de 2011).

⁶ Visando uma melhor fluência textual, a expressão Ensino Fundamental será, a partir deste ponto, quando conveniente, substituída pela sigla EF, salvo as exceções já expostas no item 1.

Era explícito o distanciamento entre o Departamento de Matemática (responsável pelas disciplinas comuns do curso de Matemática) e o Departamento de Educação (responsável pelas disciplinas específicas da licenciatura em Matemática). Esse fato apontava além da precariedade de diálogo entre os dois departamentos, resquícios de uma conturbada relação.

A maioria dos colegas da graduação já trabalhava em escolas da rede privada e/ou pública como professor de Matemática no âmbito do Ensino Médio e/ou nos anos finais do Ensino Fundamental⁷, sendo que alguns atuavam com turmas dos anos iniciais como “professor titular da classe”⁸. Esses fatos suscitavam discussões entre os graduandos sobre o distanciamento da universidade e a realidade presente na sala de aula de diferentes segmentos da Educação Básica.

Concluída a graduação e devido a interesses pessoais e profissionais, ingressar em um curso de especialização voltado especificamente à formação do professor de Matemática parecia extremamente relevante, uma vez que poderia favorecer reflexões a respeito de práticas pedagógicas efetivadas diretamente com os estudantes em aula.

Os conteúdos matemáticos que compunham a grade curricular do curso de especialização estavam voltados, quase que exclusivamente, para aqueles abordados em sala de aula no âmbito dos anos finais do EF e do Ensino Médio. Conteúdos matemáticos específicos para os anos iniciais foram muito pouco explorados.

Embora o curso de especialização apresentasse uma lacuna em relação ao trabalho pedagógico com conteúdos matemáticos específicos para os anos iniciais, esse fato não abalou sua relevância para os participantes. Proporcionou importantes trocas de experiência entre cursistas e docentes e favoreceu o contato com novas tendências metodológicas envolvendo o ensino e aprendizagem da Matemática no âmbito da Educação Matemática, entre elas a Modelagem.

No decorrer do curso de especialização, em virtude principalmente de situações que permeavam as ações profissionais da maioria dos participantes, visto o número expressivo deles que já atuavam como professores do EF, eram percebidas diferentes inquietações voltadas a superar dificuldades envolvendo o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos. Nessa época, surge um interesse particular pela Modelagem, que, naquele momento, tomava a forma de um questionamento. Que contribuição(ões) a inserção da

⁷ Segmento do Ensino Fundamental que corresponde atualmente do 6.º ao 9.º ano do ensino de nove anos.

⁸ Denominação utilizada por Tardif e Lessard (2005, p. 86) quando faz referência ao professor que leciona todas as disciplinas para estudantes do “primário” – correspondente hoje aos estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental (1.º ao 5.º anos).

Modelagem Matemática, como uma metodologia de ensino e aprendizagem, pode oferecer ao ensino da Matemática nos anos iniciais? Esse questionamento estava diretamente relacionado às situações de aula. Nesse ponto, experiências vividas, pessoais e profissionais, juntamente com a formação inicial, continuada e em serviço, somadas à busca em responder ao questionamento apresentado no parágrafo anterior, suscitaram um interesse particular pela Modelagem, enquanto metodologia de ensino e aprendizagem voltada aos anos iniciais. Esse interesse gerou inquietações que, por sua vez, consolidaram a efetivação desta pesquisa.

Frente ao que foi explicitado e ciente da coexistência de diferentes definições para o termo pesquisa, este trabalho assume a definição de Fiorentini e Lorenzato (2007), com o intuito de nortear a elaboração do problema de pesquisa, bem como a condução do trabalho de investigação. A respeito desse fato, os autores Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 60) colocam que a “pesquisa é um processo de estudo que consiste na busca disciplinada/metódica de saberes ou compreensões acerca de um fenômeno, [...] o qual inquieta/instiga o pesquisador perante o que se sabe ou diz a respeito”.

Nesse sentido, o presente trabalho decorre de seis momentos distintos de estudo, porém, todos interligados, buscando contribuir com a inserção da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais. São eles: 1) Levantamento de cursos de formação em serviço, ofertados pela Secretaria Municipal da Educação de Curitiba (SME)⁹ nos últimos anos, especificamente voltados ao trabalho com a Modelagem nos anos iniciais; 2) Pesquisa exploratória com o intuito de conhecer os possíveis participantes da pesquisa e estruturar os próximos passos do trabalho; 3) Elaboração de um questionário¹⁰ composto por dez questões abertas a ser enviado aos possíveis participantes da pesquisa; 4) Análise documental da ficha de avaliação¹¹ dos cursos de formação em serviço pré-selecionados como objeto de estudo; 5) Análise documental de trabalhos acadêmicos voltados ao desenvolvimento de atividades pedagógicas, mediadas pela Modelagem, com estudantes dos anos iniciais; 6) Análise documental dos questionários que retornaram respondidos.

Esses seis momentos da pesquisa serão detalhadamente explicitados no capítulo 3.

Documentos oficiais¹², que norteiam a ação pedagógica das escolas brasileiras, somados ao número expressivo de trabalhos teóricos elaborados segundo uma perspectiva de

⁹ Com o objetivo de evitar a repetição do termo Secretaria Municipal da Educação de Curitiba, será utilizada a sigla SME.

¹⁰ Anexo A.

¹¹ Anexo B.

¹² Especificamente neste trabalho dizem respeito aos PCNs (de abrangência nacional), as DCE (de abrangência estadual – estado do Paraná) e as Diretrizes Curriculares Municipais de Curitiba (de abrangência municipal).

Educação Matemática e que abordam as tendências metodológicas, fazem referência à Modelagem como uma opção metodológica para o ensino de Matemática possível de ser utilizada desde a Educação Básica. Também apontam a Modelagem como uma metodologia que favorece a aprendizagem dos estudantes uma vez que ela possibilita que esse participe de maneira ativa na construção do seu conhecimento matemático.

Para Köche (1997), ao se propor um problema de pesquisa, é possível, no decorrer da investigação, que haja a necessidade de se repensar todo o trabalho de investigação. Esse fato foi vivenciado no decorrer deste trabalho.

A pesquisa exploratória realizada inicialmente com os professores da RME, participantes de curso de formação em serviço envolvendo a Modelagem, buscava conhecer, a partir das impressões obtidas por esses profissionais no curso realizado, aspectos considerados relevantes a serem contemplados, em um curso de formação em serviço visando ao aprofundamento em relação à Modelagem. O levantamento desses dados tinha o intuito de subsidiar o planejamento de um novo curso de formação em serviço, para os profissionais pesquisados, visando possibilitar a superação de possíveis dificuldades teóricas e/ou práticas relacionadas à inserção da Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem, nos anos iniciais.

À medida que a pesquisa foi ocorrendo, evidenciou-se a recusa e desinteresse de quase a totalidade dos professores pesquisados em participar tanto da pesquisa quanto de um novo curso envolvendo a Modelagem. Esse fato ensejou redirecionar o trabalho de investigação para análise de trabalhos elaborados em diferentes âmbitos¹³ de ensino, voltados especificamente a estudantes dos anos iniciais e que utilizaram como recurso metodológico a Modelagem.

Esse redirecionamento da investigação possibilitou conhecer alguns trabalhos monográficos realizadas por discentes do Curso de Especialização no Ensino de Matemática de 1.^a a 4.^a séries, ofertado pela Universidade do Centro-Oeste (UNICENTRO)¹⁴, entre os anos de 1990 e 2001, que atuavam como professores dos anos iniciais e, se dispuseram a desenvolver nas escolas em que trabalhavam, ações pedagógicas diretamente em aulas tendo a Modelagem como fio condutor do processo de ensino e aprendizagem.

¹³ Trabalhos desenvolvidos por estudantes de cursos de graduação, especialização e/ou mestrado.

¹⁴ Denominação recebida em 1997, resultado da fusão entre a Fundação Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava (FAFIG) com a Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Irati, passou a ser denominada Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO - PR, com campus nas cidades de Guarapuava e Irati. As monografias analisadas no presente trabalho foram realizadas no campus da cidade de Guarapuava, sob a orientação do Professor Dionísio Burak.

Diante do que foi explicitado, definiu-se como objetivo geral desta pesquisa:

- Contribuir com a inserção da Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito dos anos iniciais.

Definiu-se como objetivo específico:

- Apontar, após reflexões analíticas, as explicitações dos professores relacionadas às perspectivas de utilização da Modelagem Matemática nos anos iniciais;

Ao afirmar que “a relevância da investigação educacional se “mede” através de seu impacto nos sistemas educativos é dizer que o desenvolvimento curricular é afetado pelos resultados de tal pesquisa” (RIUS, 1989b, p. 33, tradução nossa)¹⁵, a autora suscita a relevância de um olhar cauteloso quando da elaboração dos objetivos de uma pesquisa.

O referencial teórico deste trabalho tem como aporte teórico principal os trabalhos de: Rius (1989a, 1989b), Burak (1992), Bogdan e Biklen (1994), Kilpatrick (1996), Miorim (1998), D’Ambrosio (1999), Barbosa (2001), Freire (1981, 2005), Libâneo (2006), Meyer (2007), Burak e Klüber (2008a, 2008b, 2010), Nacarato, Mengali e Passos (2009) e Bardin (2011).

Esta pesquisa está estruturada em quatro capítulos que se inter-relacionam.

O primeiro capítulo busca situar o leitor frente ao distanciamento existente entre a Matemática escolar e a Matemática da rua e acerca de como esse fato tem contribuído para um ensino e aprendizagem desprovido de significado, tanto para docentes e discentes, instituindo, assim, segundo Carraher, Carraher e Schliemann (2006), *o fracasso da escola*. Na contramão dessa situação, vem a Educação Matemática, que, nesta pesquisa, é percebida como um campo de estudo.

O segundo capítulo apresenta a Modelagem no âmbito de uma visão de Educação Matemática que se relaciona e dialoga com as demais áreas do conhecimento.

O terceiro capítulo abarca a metodologia, a natureza e o delineamento da pesquisa, explicitando as etapas e os procedimentos que se fizeram presentes durante todo o trabalho de pesquisa.

O quarto capítulo é reservado para as análises dos dados coletados, durante o processo de pesquisa, e apresenta os resultados obtidos, sendo que o tratamento dos dados e as interpretações seguem as orientações propostas por Bogdan e Biklen (1994) e Bardin (2011).

¹⁵ “La relevância de la investigación educativa de “mide” a través de su impacto em los sistemas educativos, es decir, si el desarrollo curricular se ve afectado por los resultados de dicha investigación” (RIUS, 1989b, p. 33).

As considerações finais buscam apresentar possíveis avanços, mitos, crenças e desafios que a pesquisa suscitou em relação à Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem, no âmbito dos anos iniciais.

CAPÍTULO 1

MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Durante muito tempo, no Brasil, a crença de que a Matemática poderia ser um fator de classificação dos estudantes entre mais ou menos inteligentes foi muito forte e até hoje tem seus reflexos percebidos no contexto escolar, muitas vezes, ainda, interferindo no processo de ensino e aprendizagem do conhecimento matemático.

Estudos que apresentam como meta aprofundar a discussão tanto na Educação quanto na Matemática, favorecendo a efetivação de um diálogo entre elas, contribuem significativamente à visualização da Educação Matemática como um campo de estudo.

Nesse sentido, a Educação Matemática enquanto campo de estudo, vem possibilitar reflexões acerca da presença da Matemática nos currículos escolares e de como aproximar o saber acadêmico do saber do cotidiano dessa área do conhecimento.

Ciente da complexidade que perpassa as situações explicitadas anteriormente, o objetivo deste capítulo é levar o leitor a perceber que existe um fio condutor que relaciona a Matemática da escola com a Matemática da vida e vice-versa, bem como o surgimento da Educação Matemática.

Para tanto, este capítulo foi subdividido em duas partes. A primeira buscar situar o distanciamento existente entre a Matemática da escola e a Matemática da vida e os reflexos desse distanciamento no ensino e aprendizagem da Matemática.

A segunda parte contextualiza o momento histórico internacional que motivou o início dos trabalhos que propiciaram o surgimento e fortalecimento da Educação Matemática. Apresenta também autores e aspectos importantes que reforçam a perspectiva que esta pesquisa assume em relação à Educação Matemática, um campo de estudo que se estabelece por meio do diálogo com outras áreas.

Sendo assim, este primeiro capítulo procura suscitar reflexões acerca do ensino e aprendizagem da Matemática e da Educação Matemática percebida como um campo de estudo.

1.1 A MATEMÁTICA DA ESCOLA E A MATEMÁTICA DA VIDA

Por meio da história da humanidade, é possível constatar que, desde o surgimento do homem na Terra, esse vem, num processo contínuo, acumulando conhecimentos.

Segundo D'Ambrosio (2001, p. 49), o esforço de compreender e conviver com a realidade natural e sociocultural favoreceu o surgimento de “tudo aquilo que chamamos conhecimento, como os modos de comunicação e as línguas, as religiões e as artes, assim como as ciências e as matemáticas”.

Prosseguindo em seus estudos, D'Ambrosio (2002), ao abordar o conhecimento, escreve:

Todo conhecimento é resultado de um longo processo cumulativo de geração, de organização intelectual, de organização social e de difusão, naturalmente não dicotômicos entre si. [...] O processo como um todo, extremamente dinâmico e jamais finalizado, está obviamente sujeito a condições muito específicas de estímulo e de subordinação ao contexto natural, cultural e social. Assim é o ciclo de aquisição individual e social de conhecimento. (D'AMBROSIO, 2002, p. 18).

É importante pontuar que, nos primórdios da humanidade, a transmissão de um conhecimento ocorria principalmente por meio da oralidade. Porém, com o passar do tempo, em virtude da ampliação dos conhecimentos produzidos e procurando garantir às futuras gerações o acesso a esses, o registro tornou-se fundamental.

No que diz respeito ao registro do conhecimento matemático, Klüsener (1999) aponta que esse foi sendo construído ao longo da sua história, repleto de códigos e de uma linguagem própria, a qual evidencia certa universalidade.

Klüsener (1999, p. 175) coloca que o termo matemática é capaz de suscitar nas pessoas sentimentos dos mais conflitantes, “desde o arrepio de horror até o mais franco entusiasmo”. Para justificar tal colocação, a autora explicita que geralmente a percepção que uma pessoa tem em relação à Matemática é resultado de lembranças oriundas da trajetória escolar.

A respeito dessas lembranças, escreve:

Para alguns elas aparecem de uma forma não muito positiva, quem sabe até para a maioria. Para outros sem nenhuma lembrança mais marcante, quem sabe até para tentar esquecer. E para uma minoria evidenciam [...] um outro lado da matemática: dentre aquele emaranhado de símbolos, regras e propriedades, o verdadeiro significado e a sua importância como área do conhecimento. (KLÜSENER, 1999, p. 175).

Com essa colocação, a autora aponta na direção da linguagem simbólica da Matemática e como ela vem sendo trabalhada de maneira pouco adequada nas escolas, ainda muito associada ao rigor lógico e quase desprovida de conexões com a realidade e/ou com o cotidiano presente além dos muros escolares.

Nesse mesmo sentido, D'Ambrosio (1996) já explicitava que todos os povos ou culturas utilizam alguma forma de Matemática no seu dia a dia, contudo, essa Matemática do cotidiano dificilmente está presente nos currículos escolares ou é trabalhada no contexto escolar, sugerindo a existência de duas matemáticas: a matemática escolar e a matemática do cotidiano.

Seguindo por essa linha de raciocínio, Lins (2005) aponta a existência de duas “matemáticas”: a *Matemática acadêmica* e a *Matemática da rua* e percebe a falta de diálogo entre elas. Com o objetivo de ilustrar seu entendimento em relação ao distanciamento entre elas, o autor escreve:

[...] o aluno chega à escola, tira das costas a mochila com as coisas que ele trouxe da rua e deixa do lado de fora da sala de aula. Lá dentro ele pega a pastinha onde estão as coisas da Matemática da escola, e durante a aula são estas as coisas que ele usa e sobre as quais fala. Ao final do dia escolar ele guarda a pastinha, sai da sala, coloca de volta a mochila da rua, e vai embora para casa. É bastante interessante considerar que na mochila da rua – assim como na vida cotidiana – as coisas estão organizadas (agrupadas, categorizadas) de maneira bastante diferente daquela das pastinhas disciplinares da escola. (LINS, 2005, p. 94, grifo do autor).

Para Lins (2005, p. 93), esse “estranhamento” entre a “Matemática acadêmica e a Matemática da rua” reside principalmente no fato de uma ignorar e desautorizar a outra. Segundo o autor, esse aspecto é de extrema relevância e deveria estar presente ao se discutir um currículo.

Contudo, Lins (2005, p. 112) é enfático ao afirmar que, ao fazer tais colocações, seu interesse não está visando a uma discussão a respeito de “ensinar bem”, menos ainda de “ensinar melhor”, mas sim à importância de haver um diálogo entre a Matemática acadêmica e a Matemática da rua, pois uma justifica a outra. Nesse ponto, o autor revela sua visão de Educação Matemática, o elo entre o saber matemático acadêmico, construído ao longo da história da humanidade, com colaboração de diferentes civilizações, e o saber matemático do cotidiano, historicamente presente em todas as culturas.

De acordo com Lins (2005), nessa visão de Educação Matemática, as diferenças entre a Matemática acadêmica e a Matemática da rua são percebidas, não de modo a validar uma em detrimento da outra, mas sim buscando a interação entre elas.

Segundo Lins (2005, p. 119), “isso é exercer uma educação através da Matemática”, e num sentido que coloca a escolha de conteúdos como uma escolha que prioriza o que será realmente útil e, nunca, como uma escolha “do que deve ser ensinado”.

Nessa perspectiva que envolve questões a respeito de aspectos curriculares, os autores Toledo e Toledo (2010) colocam que, ao iniciar o trabalho com alguma disciplina, a primeira questão que povoa a mente de um professor repousa sobre o motivo que sustenta a inclusão dessa disciplina no currículo escolar. Particularmente, em relação à Matemática, as justificativas convergem para uma das duas alternativas: por se fazer presente em atividades práticas que envolvem aspectos quantitativos da realidade, como cálculos, grandezas, medidas, entre outros, e por desenvolver o raciocínio lógico, a abstração, a generalização, a projeção, bem como a capacidade de perceber além do que é imediatamente visível.

Contudo, os próprios autores chamam a atenção ao fato de que muitas pessoas, embora tenham passado vários anos nos bancos escolares, quando consultadas a respeito de sua formação escolar, poucas serão capazes de concordar que alguns dos objetivos mencionados anteriormente, para justificar a inclusão da Matemática nos currículos escolares, tenham sido realmente alcançados. Sobre esse fato, os autores Toledo e Toledo (2010, p. 6) escrevem: “as razões desse insucesso podem ser encontradas em várias direções. Exemplos: método de ensino inadequado; falta de uma relação estreita entre a matemática que se aprende nas escolas e as necessidades cotidianas”, entre outras.

Carraher, Carraher e Schlinemann (2006), cientes da existência de trabalhos que compreendiam o problema do fracasso escolar como o fracasso de diferentes segmentos da sociedade, após estudo realizado concluíram que o fracasso escolar é o *da escola*.

O referido estudo, envolvendo crianças e adolescentes de 9 a 15 anos com nível de escolaridade entre a 3.^a e 8.^a série do Ensino Fundamental, permitiu visualizar que a maioria dos participantes conseguia resolver situações-problema na forma que apareciam em seu cotidiano. Porém, essa situação não se repetia quando solicitados a apresentarem a solução do problema utilizando a linguagem matemática da escola, evidenciando o distanciamento existente entre o saber matemático acadêmico e o saber da rua.

Nesse sentido, ao concluírem o trabalho de pesquisa, os autores explicitam:

Dentro deste contexto, o fracasso escolar aparece como um fracasso da escola, fracasso este localizado a) na incapacidade de aferir a real capacidade da criança; b) no desconhecimento dos processos naturais que levam a criança a adquirir o conhecimento e c) na incapacidade de estabelecer uma ponte entre o conhecimento formal que deseja transmitir e o conhecimento prático do qual a criança, pelo menos em parte, já dispõe. (CARRAHER; CARRAHER; SCHLINEMANN, 2006, p. 42).

Em uma tentativa de explicitar a sua visão a respeito da situação crítica que envolve o ensino da Matemática no contexto escolar, Kline (1998, p. 178) escreve:

[...] a afirmação comumente aceita de que a matemática ensina as pessoas a pensar não foi comprovada. O ensino da matemática, antiga nova, não está preparado para ensinar as pessoas a pensar, mas a seguir um guia, o professor.

Com essa colocação, Kline (1998) aponta a importância da formação do professor para que mudanças realmente possam ocorrer em relação ao ensino da Matemática.

Nesse sentido, o professor, ao trabalhar com algum conteúdo matemático, deve ter clareza sobre a real utilidade desse para seus estudantes e procurar aproximar ao máximo esse conhecimento matemático acadêmico do conhecimento matemático do cotidiano.

Evidentemente, os pontos explicitados anteriormente há muito vêm sendo debatidos e constituem o alicerce em que se fundamenta a Educação Matemática.

Como já colocado, a Educação Matemática não vem para confrontar a Matemática escolar com a Matemática da vida, ou vice-versa, mas para estabelecer o diálogo entre elas.

1.2 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: UMA PERSPECTIVA

Segundo Miorim (1998), o primeiro movimento internacional visando à modernização do ensino da Matemática ocorreu no início do século XX. A finalidade desse movimento era inserir os últimos avanços da Matemática na escola secundária, com o intuito de contribuir com as novas abordagens que estavam sendo propostas no âmbito da educação superior, principalmente, no campo das áreas exatas e tecnológicas.

Especificamente no Brasil, frente às necessidades ainda a serem superadas envolvendo o ensino da Matemática, Silva (2003) coloca que, a partir da década de 1930, há fortes indícios do início da formação de uma comunidade matemática brasileira.

Para Miorim (1998), as reflexões envolvendo o ensino da Matemática foram ganhando espaço no meio acadêmico, contribuindo assim para que em 1955 ocorresse o *I Congresso Nacional de Ensino de Matemática no Curso Secundário*¹⁶, com o objetivo de promover discussões a respeito do ensino da Matemática.

Em 1957, ocorre a segunda edição do referido evento, reforçando a necessidade de mudanças no ensino de Matemática no Brasil. Embora alguns autores considerem o I e o II Congresso Nacional de Ensino de Matemática como responsáveis pelo início do Movimento da Matemática Moderna no Brasil, Miorim (1998, p. 113) escreve:

¹⁶ Evento ocorrido na Bahia que contou a participação de professores de outros estados brasileiros.

Apesar de as novas ideias terem sido apresentadas e discutidas nesses dois congressos, não seriam eles que desencadeariam o Movimento da Matemática Moderna no Brasil. Isso seria conseguido, especialmente, por meio das atividades desenvolvidas pelo Grupo de Estudos do Ensino da Matemática - GEEM -, fundado em outubro de 1961, por professores do Estado de São Paulo, tendo como principal representante Osvaldo Sangiorgi.

Ainda, de acordo com Miorim (1998, p. 114):

A organização da Matemática moderna baseava-se na teoria dos conjuntos, nas estruturas matemáticas e na lógica matemática. Esses três elementos foram responsáveis pela “unificação” dos campos matemáticos, um dos maiores objetivos do movimento. Para isso, enfatizou-se o uso de uma linguagem matemática precisa e de justificações matemáticas rigorosas. Os alunos não precisariam “saber fazer”, mas, sim, “saber justificar” por que faziam. A teoria dos conjuntos, as propriedades estruturais dos conjuntos, as relações e funções, tornaram-se temas básicos para o desenvolvimento dessa proposta.

Entretanto, o Movimento da Matemática Moderna se mostrou ineficiente para superar as necessidades que se faziam presentes no ensino da Matemática. Ao fazer uma avaliação a respeito desse movimento, Miorim (1998, p. 115) explicita:

A Matemática moderna não conseguiu resolver o problema do ensino da disciplina. Ao contrário, agravou ainda mais a situação. Já no início do movimento, alguns professores, como Carlos B. Lyra e Omar Catunda, alertaram para os riscos de um enfoque centralizado apenas na linguagem.

Na visão de Fiorentini e Lorenzato (2007), com o fracasso do Movimento da Matemática Moderna, ganha espaço no cenário educacional brasileiro, entre as décadas de 1970 e 1980, o Movimento da Educação Matemática, que já contava com grande destaque em outros países.

A Educação Matemática surge buscando mostrar outros interesses em relação à Matemática – o ensino e a aprendizagem e a filosofia da Matemática.

Nesse período se constitui a Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), assim como os primeiros programas de pós-graduação em Educação Matemática.

Desde os primeiros movimentos ocorridos, no âmbito internacional ou nacional, que contribuíram para o surgimento da Educação Matemática, ela suscita diferentes concepções entre os estudiosos, que, de alguma maneira, demonstram interesse por temas relacionados ao ensino e à aprendizagem da Matemática.

Alguns estudos teóricos, como Rius (1989a, 1989b), Burak e Klüber (2008a, 2010), apontam inclusive a preocupação existente entre pesquisadores de não se estabelecer uma definição única à Educação Matemática, visto que qualquer tentativa nesse sentido poderia ser extremamente reducionista. Essa questão será abordada com maior grau de profundidade mais

à frente, quando apresentados diferentes modelos que buscam explicar a abrangência e as especificidades que constituem a natureza e a metodologia da Educação Matemática.

Nesse momento, é importante reforçar que a Educação Matemática se consolidou por meio de contribuições advindas de trabalhos realizados por pesquisadores das mais variadas áreas.

Contudo, as contribuições vindas da Psicologia foram fundamentais, constituindo-se, portanto, um dos alicerces da Educação Matemática.

Sendo assim, embora o número de autores da Psicologia com trabalhos voltados a discutir como ocorre a aprendizagem Matemática seja expressivo, alguns autores não poderiam deixar de ser citados, visto que seus estudos contribuíram de modo significativo para o estabelecimento de uma nova perspectiva em relação ao ensino e à aprendizagem da Matemática e conseqüentemente à Educação Matemática. Nesse sentido, os trabalhos de três autores, em especial Piaget¹⁷, Ausubel¹⁸ e Vergnaud¹⁹, explicitam a complexidade existente em um processo de ensino e aprendizagem e legitimam a importância da Educação Matemática à sociedade.

Ciente da coexistência de diferentes concepções a respeito da Educação Matemática, a presente pesquisa apresenta as dos seguintes autores: D'Ambrosio (1996), Fiorentini e Lorenzato (2007) e Burak e Klüber (2010). Essa escolha não ocorreu de maneira aleatória, mas procurou abalizar a abrangência da Educação Matemática e estabelecer um fio condutor,

¹⁷ Jean Piaget (1896 – 1980), seus trabalhos constituíram a base para o surgimento da Psicologia da Educação Matemática. Segundo Falcão (2003), embora já houvesse um número considerável de trabalhos envolvendo essa linha de pesquisa, seu marco inicial ocorreu em 1976 por influência principalmente dos trabalhos do grupo internacional Psychology of Mathematics Education (PME), apresentados no III International Congress on Mathematics Education (ICME), realizado na cidade de Karlsruhe, localizada na Alemanha. Ainda sobre as contribuições de Piaget à Educação Matemática, Macedo (2001) faz considerações a respeito da Psicopedagogia, quando esta tem suas possibilidades analisadas a partir do que o autor denomina Epistemologia Construtivista de Piaget, principalmente por abordar a questão dos jogos infantis, recurso didático muito utilizado no âmbito da Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental, para trabalhar conteúdos matemáticos.

¹⁸ David Paul Ausubel (1918 – 2008) a aprendizagem significativa é o conceito central da sua teoria. “O aprendizado significativo acontece quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado por parte do aprendiz em ligar a informação nova com conceitos ou proposições relevantes preexistentes em sua estrutura cognitiva”. (AUSUBEL et al., 1978, p. 159).

¹⁹ Gérard Vergnaud, conhecido como um dos “pais” da didática francesa estabeleceu a Teoria dos Campos Conceituais reconhecida internacionalmente. Em 2009 esteve na UFPR participando de um evento promovido pelo programa de pós-graduação em Educação no qual colocou que a aprendizagem de um conceito vai sendo construída por meio de: variados outros conceitos, procedimentos e representações simbólicas. Nessa perspectiva, a construção de um conceito ocorre por meio de uma terna de conjuntos, a qual Vergnaud chama simbolicamente de **S I R**, onde o **S** representa o conjunto de situações, que dá significado ao objeto que está sendo analisado; o **I** representa o conjunto das invariantes, envolve as propriedades e procedimentos necessários para definir o referido objeto e o **R** é o conjunto das representações simbólicas, que possibilitam relacionar o significado do objeto com suas propriedades. (VERGNAUD, 2009).

que possibilite ao leitor perceber a relação existente entre as concepções apresentadas, assim como a perspectiva que esta pesquisa assume em relação à Educação Matemática.

Segundo D'Ambrosio (1996), a pedra fundamental sobre a qual se deu a estruturação da Educação Matemática foi lapidada na interação de duas importantes áreas: a Educação e a Matemática. Dessa maneira, traz na sua essência o interesse em pesquisar e compreender as diversas práticas educativas, envolvendo conteúdos matemáticos, nas diferentes culturas, tendo como objetivo principal conhecer essa riqueza de práticas educativas e contribuir à efetivação de um processo de ensino e aprendizagem da Matemática que atenda e respeite as especificidades de cada um desses contextos educacionais.

Para Fiorentini e Lorenzato (2007), a Educação Matemática é uma área recente de estudos, compreendida no âmbito das Ciências Sociais ou Humanas, que não possui uma única metodologia de investigação nem hipóteses claramente configuradas, mas tem por objetivo estudar e compreender o ensino e a aprendizagem da Matemática, seja dentro do contexto escolar ou no contexto social.

Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 4) apresentam uma síntese de como percebem a Matemática e a Educação Matemática. Sobre isso, escrevem: “Em resumo, podemos dizer que a matemática e a EM²⁰ possuem objetos distintos de estudos, cada qual com sua problemática específica, tendo suas próprias questões investigativas.”

Após desenvolverem estudos referentes à Educação Matemática e contextualizarem a sua natureza, Burak e Klüber (2010, p. 150) explicitam o que para eles seria a Educação Matemática: “Um paradigma que comporta pluralidade de visões e de formas distintas de conhecimento”. Isso a caracteriza como um campo de pesquisa.

Nas últimas três décadas, tem sido visível um crescente interesse por estudos envolvendo a Educação Matemática. Esse processo abaliza a consolidação de correntes teóricas que vão progressivamente situando os contornos da Educação Matemática enquanto campo de estudo e de saber, abrindo caminhos a novas teorias cognitivas e tendências metodológicas, que possibilitem superar obstáculos, muitas vezes, relacionados a paradigmas, que envolvem o ensinar e o aprender Matemática.

Ao olhar a Educação Matemática tendo como aporte teórico somente autores brasileiros, já é possível perceber a amplitude de possibilidades e relações que permeiam a Educação Matemática.

²⁰ Os autores utilizam EM como abreviação de Educação Matemática.

Devido à abrangência da Educação Matemática, é importante mencionar que a presente pesquisa assume a perspectiva de Educação Matemática enquanto campo de estudo. Essa concepção de Educação Matemática segue a que é preconizada por Burak e Klüber (2010).

A reflexão que esta pesquisa explicita a respeito da natureza e da metodologia que envolve a Educação Matemática tem como suporte teórico os trabalhos de Rius (1989a, 1989b). Nesses trabalhos, a autora procura conduzir uma análise à luz das diferentes concepções que existem a respeito da Matemática e consequentemente como essas refletem nas concepções de Educação Matemática.

Rius (1989a), já no início de seu trabalho, aponta que o seu objetivo é analisar a constituição da Educação Matemática como uma disciplina em si mesma. Uma vez que não percebe a Educação Matemática como uma ciência, visto que não há uma definição universal de ciência, muito menos um consenso de como se produz um conhecimento científico, ou qualquer outra forma de conhecimento. Para a autora em questão, esse fato se torna ainda mais evidente quando ocorre a opção por determinada metodologia para desenvolver uma pesquisa, visto que a partir dessa escolha poderão suscitar distintos contextos de cientificidade.

Segundo Burak e Klüber (2010), algumas das dificuldades envolvendo a compreensão da natureza da Educação Matemática, bem como a sua metodologia estão relacionadas a variações culturais, reforçando o que Cury (1994) já indicava ao afirmar que, dependendo da localidade da origem de uma publicação, existe a possibilidade de encontrar, nas traduções, expressões que, num primeiro momento, podem até ser consideradas equivocadamente sinônimas. Na tentativa de ratificar sua colocação, a autora cita como exemplo as expressões *Educação Matemática* ou *Didática da Matemática*. Assim procedendo, reforça a importância de haver cautela quando da opção por uma expressão em particular, visto que ela pode dar uma conotação diferente daquela que se quer defender.

A respeito dessa variação linguística e cultural, que pode vir a refletir na maneira de conceber e entender a natureza da Educação Matemática, os autores Burak e Klüber (2010, p. 149, grifos dos autores) escrevem:

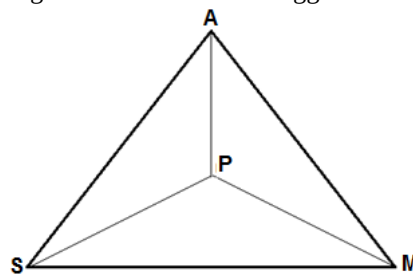
As dificuldades de compreensão da natureza da Educação Matemática se originam nas variações culturais, como, por exemplo, na literatura inglesa, a expressão *mathematics education* abrange todos aqueles cujo fazer se relaciona ao ensino e à aprendizagem da Matemática. Abrange especialmente os professores de matemática, que até há pouco tempo não compartilhavam desse termo, e eram identificados, de forma restrita, como formadores de professores ou, então, matemáticos interessados em Educação, [...] há diversos pontos de vista, existem vários intentos para explicá-

la, e cada autor enfatiza um aspecto em particular para lhe assegurar certos significados.

Ciente da coexistência de diferentes enfoques em relação à natureza da Educação Matemática, Rius (1989a) coloca haver um consenso entre eles ao perceberem a Educação Matemática como uma atividade que se inter-relaciona com diferentes áreas de estudo. Como essa inter-relação não ocorre de maneira desarticulada, mas sim organizada, favorece o diálogo entre a Matemática e outras áreas de estudo, tendo como principal fio condutor analisar as contribuições e influências que essa comunicação promove diretamente à Matemática.

Concordando com as colocações de Rius (1989a) e buscando contribuir com essa visualização da Educação Matemática como um campo de estudo, que se fundamenta no diálogo com diferentes áreas, Burak e Klüber (2010) ilustram esses pontos por meio da representação do *Tetraedro de Higginson*, conforme indicado na Figura 1.

Figura 1 – Tetraedro de Higginson



Fonte: Burak e Klüber (2010, p. 149).

Segundo Rius (1989a), Higginson nomeia esse tetraedro de MAPS, no qual:

- **M** representa a Matemática;
- **A** representa a Filosofia;
- **P** representa a Psicologia;
- **S** representa a Sociologia.

Para Rius (1989a), analisando alguns aspectos explicitados no *modelo do tetraedro*, idealizado por Higginson, é possível perceber que ele utiliza a representação do sólido geométrico tetraedro para explicitar particularidades referentes à natureza da Educação Matemática, ou seja, como uma atividade em que a Matemática estabelece diálogos com a Filosofia (vértice A), com a Psicologia (vértice P) e com a Sociologia (vértice S).

Nessa representação, cada uma das faces corresponde a uma área de estudo em particular, as arestas simbolizam os diálogos existentes entre as áreas que compõem a figura e

os vértices representam a convergência das influências que cada uma das quatro áreas de estudo indicadas recebe e exerce sobre as outras três.

Conforme Rius (1989a), o interesse de Higginson em compreender a natureza da Educação Matemática se deve ao fato de que para ele não há avanços significativos, em relação à superação das dificuldades apresentadas na aprendizagem da Matemática, até que ocorra uma ampla reflexão referente aos fundamentos que estruturam essa disciplina. Ainda, segundo Rius (1989a), Higginson percebeu que estava ocorrendo uma visualização bastante limitada a respeito dos aspectos que exerciam influências sobre a Matemática. Essa precariedade de reflexão suscitava práticas pedagógicas fragilizadas em aspectos essenciais à aprendizagem da Matemática e contribuía com a não valorização de teorias e metodologias que realmente considerassem a inter-relação da Matemática com outras áreas de estudo.

Para Higginson (1980 apud RIUS, 1989a), a natureza da Educação Matemática é possível de ser evidenciada por meio de questionamentos, como: *o quê?, quando?, como?, onde?, quem? e por quê?*, visto que a resposta a questionamento apresentado estaria compreendida no interior de uma das áreas identificadas no Tetraedro de Higginson (Figura 1). Em relação, especificamente, a esse último fato, tem-se a seguinte afirmação:

[...] Usando tal modelo se pode concluir que a resposta a pergunta o quê? corresponde basicamente à dimensão da Matemática; por quê? a da Filosofia; quem? e onde? a da componente social e quando? e como? a da psicológica. (HIGGINSON, 1980 apud RIUS, 1989a, p. 30, tradução nossa).²¹

Buscando possibilitar uma compreensão mais aprofundada sobre como Higginson percebe a relação entre as áreas que compõem o *modelo do tetraedro*, por ele idealizado, Burak e Klüber (2010, p. 149-150) colocam:

Para esse autor citado, existem áreas específicas do trabalho acadêmico, as quais podem se constituir em nova/outra área em função de resultados de interações. Por exemplo: a aresta PS representa a área onde se entrecruzam os interesses da Psicologia e da Sociologia; de forma análoga, MP representa a área de interesse da Matemática e da Psicologia; e MAP, a área para qual confluem os interesses da Matemática, da Filosofia e da Psicologia.

A respeito das interações entre as áreas apontadas por Higginson em seu *modelo do tetraedro*, um ponto importante a ser considerado segundo Burak e Klüber (2008a, p. 96) é o fato de os eventos de Educação Matemática, ocorridos tanto em âmbito nacional quanto internacional, reforçarem essa influência mútua por meio das temáticas que eles buscavam

²¹ Usando tal modelo se puede concluir que la respuesta de la pregunta ¿qué?, corresponde, básicamente, a la dimensión de las Matemáticas; ¿por qué? a la de la Filosofía; ¿quién? y ¿dónde? a la componente social y ¿cuándo? y ¿cómo? a la psicológica. (HIGGINSON, 1980 apud RIUS, 1989a, p. 30).

refletir, entre elas: “Matemática para Todos, Matemática do Currículo Escolar; Etnomatemática, e Modelagem Matemática”.

Entretanto, essa perspectiva de Educação Matemática, como resultado da interação entre a Matemática, a Filosofia, a Psicologia e a Sociologia, extrapola a visão que é possibilitada por meio das Ciências Naturais e Exatas²² e evidencia, portanto, a necessidade de se estabelecer uma inter-relação com as Ciências Sociais e Humanas.

Embora o *modelo do tetraedro* possibilite a inter-relação entre as Ciências Naturais e Exatas com as Ciências Sociais e Humanas, ele é reducionista, uma vez que não possibilita a interação com outras áreas além das quatro que o compõem (Matemática, Filosofia, Psicologia e Sociologia – MAPS).

Na visão de Burak e Klüber (2008a), o *modelo do tetraedro* pode, dependendo da perspectiva sobre a qual for analisado, suscitar variadas interpretações, principalmente em relação aos aspectos epistemológicos que norteiam essa opção de perspectiva assumida, possibilitando inclusive um indesejável distanciamento da Matemática da Educação Matemática.

Frente a isso, buscou-se, tendo como referencial o *modelo do tetraedro*, elaborar uma nova representação geométrica à Educação Matemática, que viesse contribuir com as discussões que estavam ocorrendo, principalmente no meio acadêmico, a respeito das diferentes perspectivas que vinham influenciando o delineamento da Educação Matemática.

Conscientes que o *modelo do tetraedro* foi elaborado dentro de um contexto histórico, Burak e Klüber (2008a) o percebem como uma contribuição extremamente relevante para o estabelecimento de um olhar mais cauteloso a respeito da natureza e da metodologia da Educação Matemática.

A partir do *modelo do tetraedro*, esses autores, por meio de estudos realizados, encontraram uma nova representação geométrica à Educação Matemática, buscando evidenciar a abrangência de relações que a Matemática possibilitava estabelecer com outras áreas, além daquelas já consideradas por Higginson.

Sobre essa ampliação do *modelo do tetraedro* de Higginson, os autores colocam:

Assim, uma ampliação para o modelo proposto por Higginson, que pudesse expressar a inclusão de novas áreas, poderia ser contemplada por uma forma piramidal, tendo no vértice a Matemática e uma base de forma pentagonal,

²² Essa visão das Ciências Naturais e Exatas está sendo discutida no âmbito da própria Ciência pelos chamados epistemólogos contemporâneos, como Lakatos, Bachelard, Kuhn, Feyerabend e outros. (SANTOS, 2005 apud BURAK; KLÜBER, 2008a, p. 96).

hexagonal, heptagonal, e assim por diante, sendo constituída pelas áreas posteriormente incorporadas.
 [...] essas novas incorporações, entretanto, ainda podem ser qualitativamente melhorados de forma a refletir uma concepção diferenciada da Educação Matemática, superando uma visão mais disciplinar e reducionista. (BURAK; KLÜBER, 2010, p. 151).

Entretanto, os autores percebem que, dependendo da perspectiva pela qual for analisada qualquer dessas representações, é possível ocorrerem diferentes interpretações. Como exemplo, a que percebe a Matemática como componente. Em outra interpretação, esse grau de notoriedade seria deslocado para uma das demais áreas que compõem a representação. Nesse sentido, poderia ser reforçada a inconveniência de ocorrer um distanciamento entre a Matemática e a Educação Matemática.

Burak e Klüber (2008a), cientes das implicações positivas e negativas que outras representações geométricas podem suscitar à Educação Matemática, procuraram estabelecer um modelo em que as interpretações se aproximassem ao máximo da perspectiva pela qual eles, bem como outros autores, percebem a Educação Matemática. É um campo de estudo que vai sendo ampliado à medida que são desenvolvidos trabalhos que possibilitam a interação da Matemática com outras áreas de estudo, que busca refletir como a comunicação entre a Matemática e as demais áreas se efetiva e quais as consequências provocadas por essas interações no interior da própria Matemática.

Essa concepção de Educação Matemática como campo de estudo orienta a presente pesquisa, uma vez que percebe a importância da interação da Matemática com outras áreas do conhecimento. Interação que se constitui por meio do diálogo entre as áreas envolvidas, que vai ampliando e delineando os contornos da Educação Matemática.

Nesse sentido, concordando com Rius (1989b), uma premissa fundamental para que ocorra essa ampliação de contornos é que sejam favorecidas pesquisas, no âmbito da Educação Matemática, envolvendo temas que possibilitem o diálogo com as outras áreas do conhecimento.

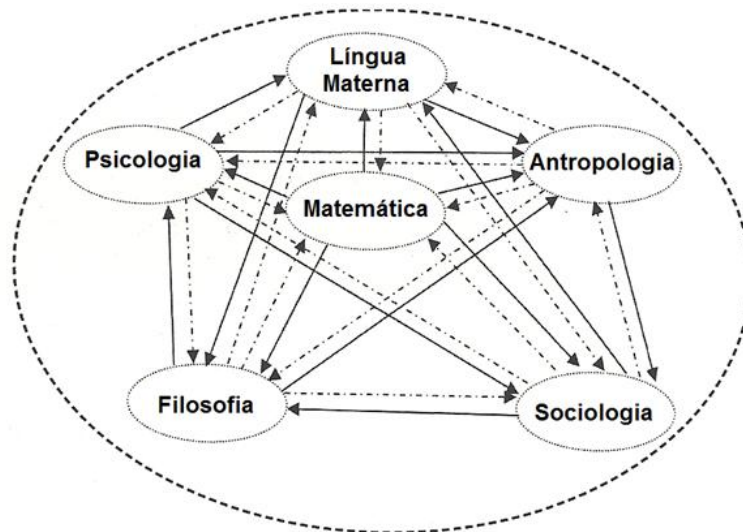
Sendo assim, e tendo como aporte teórico o trabalho de Burak (1992), a Modelagem, segundo a perspectiva desse autor, pode favorecer a ampliação dos contornos da Educação Matemática, por meio da interdisciplinaridade presente na prática pedagógica mediada pela Modelagem. Na concepção desse autor, essa característica da Modelagem é naturalmente explicitada no decorrer do trabalho de sala de aula, que vai sendo construído gradualmente por meio da leitura de mundo em diálogo entre os estudantes e o professor.

Cientes da diversidade de áreas com as quais é possível a Matemática estabelecer um diálogo, recíproco e dinâmico, Burak e Klüber (2008a) apresentam outra forma de representação para a Educação Matemática. Esse novo modo de visualizar a Educação Matemática traz em sua essência influências recebidas por meio do contato com trabalhos desenvolvidos por autores de diferentes áreas, mas também é resultado do interesse particular, de Burak, pela Modelagem.

Na perspectiva de Burak, que foi sendo lapidada por meio de trabalhos e leituras realizadas, a Modelagem, quando percebida como uma metodologia de ensino e aprendizagem, favorece a percepção da relação existente entre Matemática e as outras áreas do conhecimento.

Esse novo modelo de representação explicitado por Burak e Klüber (2008a) pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 – Modelo Complexo



Fonte: Burak e Klüber (2008a, p. 98).

Burak e Klüber (2010), após analisarem cuidadosamente essa nova representação, escrevem:

[...] a nova representação da Educação Matemática reflete uma visão da Matemática como um dos componentes e não como “o componente” único e privilegiado, e ainda, não a desconsidera em momento algum, haja vista que essa representação enfoca a complexidade inerente à área. A percepção da Matemática como parte do todo, e não como o todo em si, promove novos enfoques e gera a possibilidade de se estabelecer interações. Confere, sobretudo, a possibilidade de se tratar a Matemática, seu ensino e sua aprendizagem, em um contexto no qual se favorecem as múltiplas interações entre as áreas que constituem esta ciência, as quais, por sua vez, agem e interagem em uma relação de reciprocidade. (BURAK; KLÜBER, 2010, p. 151).

A citação anterior explicita a abrangência e a especificidade que envolve a Educação Matemática. Reforça que a interação existente nela é possível de ser alcançada em um espaço que favoreça e estimule o diálogo aberto e recíproco, entre a Matemática e outras áreas, que podem ser das *Ciências Naturais e Exatas*, ou das *Ciências Humanas e Sociais*.

Quando um diálogo permite visualizar a interação existente entre diferentes bases epistemológicas favorece e possibilita mudanças de paradigmas nos mais variados âmbitos, pois envolve o refletir a respeito de conceitos e teorias estabelecidas ao longo de uma trajetória que se constitui de maneira única e indissociável do ser social e do ser pesquisador, conforme mencionado ao longo desse capítulo.

Contudo, mais importante do que categorizar a Educação Matemática é perceber a sua amplitude e sutilezas. Sobre esse fato, Kilpatrick (1996, p. 14), coloca:

Até onde a Educação Matemática é uma ciência, ela é uma ciência humana. Se ela for vista como um campo acadêmico mais do que uma disciplina, é um campo que repousa em uma variedade de outras disciplinas, a maioria das quais são Ciências Sociais.

Ao chegar neste ponto do trabalho, é importante reforçar a importância das reflexões suscitadas neste capítulo a respeito de fatos históricos relacionados à origem da Matemática, a questões envolvendo a sistematização do conhecimento matemático e à perspectiva de Educação Matemática como campo de pesquisa que é assumida neste trabalho.

As reflexões realizadas buscam contribuir com um olhar mais atento às potencialidades pedagógicas da Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem, especificamente voltada aos anos iniciais, que será o foco do próximo capítulo.

CAPÍTULO 2

A MODELAGEM MATEMÁTICA A PARTIR DE UMA VISÃO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Este capítulo tem por objetivo apresentar a Modelagem a partir da visão de Educação Matemática que foi colocada no capítulo anterior, ou seja, um campo de estudo que se constitui e se fortalece por meio das relações que a Matemática estabelece com as demais áreas.

Nesse sentido e tendo por fio condutor o capítulo anterior, no qual, a par da coexistência de diferentes maneiras de perceber a Educação Matemática, procurou-se evidenciar a perspectiva que a presente pesquisa assumiu por considerar que essa decisão trouxe implicações diretas no delineamento deste trabalho de investigação.

Para tanto, no início deste capítulo, são apresentados alguns fatos históricos de como se deu a inserção da Modelagem no ensino brasileiro e de como ela vem sendo percebida nesse contexto educacional.

Esse fato, especificamente, é ratificado por meio de documentos oficiais de abrangência nacional, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), documentos oficiais de abrangência estadual, como as Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE)²³ e documentos oficiais de abrangência municipal, como as Diretrizes Curriculares para a Educação de Curitiba.

O fato de esta pesquisa estar voltada ao ensino e aprendizagem da Matemática nos anos iniciais contribuiu para um interesse mais específico em concepções de Modelagem proeminentes a atender às especificidades desse nível de ensino.

Contudo, são abordadas concepções de Modelagem de pesquisadores, cujos trabalhos, embora relevantes para que essa conquistasse espaço dentro do cenário educacional brasileiro, apresentam um distanciamento de aspectos importantes e que interferem significativamente no processo de ensino e aprendizagem da Matemática nos anos iniciais, como a formação do professor, o interesse dos estudantes, entre outros. Fato plenamente compreensível, uma vez que a Modelagem surgiu da matemática aplicada e, conseqüentemente, algumas de suas concepções evidenciam características dessa proximidade.

²³ As Diretrizes Curriculares Estaduais (DCE) apontadas neste trabalho são especificamente as DCE para a Educação Básica do Paraná.

Fundamental, neste capítulo, é favorecer a percepção de que a perspectiva de Modelagem assumida em um trabalho pedagógico está inevitavelmente relacionada à compreensão de mundo do professor que o desenvolve.

Nesse sentido, busca evidenciar a importância de que, ao se propor um trabalho de sala de aula mediado pela Modelagem, segundo a perspectiva de Educação Matemática assumida nesta pesquisa, tenha-se clareza de que o estudante não apenas participa de um processo de ensino e aprendizagem, mas deve ser centro dele.

2.1 O INÍCIO DOS TRABALHOS COM A MODELAGEM MATEMÁTICA

No capítulo anterior, foi colocado que a Educação Matemática é um campo de estudo que vem ganhando espaço, no contexto educacional, de maneira bastante significativa nos últimos anos, principalmente por ter como preocupação central situações que envolvem o ensino e a aprendizagem da Matemática.

Segundo os autores Barbosa, Caldeira e Araújo (2007), essa amplitude de trabalhos voltados à Modelagem estaria diretamente relacionada à característica que ela possui de favorecer a aproximação das situações presentes do dia a dia da vida em sociedade com os mais variados conteúdos abordados em sala de aula, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior.

Duas décadas antes do trabalho citado no parágrafo anterior, Burak (1987) já abalizava que o trabalho com a Modelagem possibilitava utilizar situações do cotidiano para abordar conteúdos matemáticos, sendo que essa abordagem não aconteceria exclusivamente por meio da Matemática, mas também pelas outras áreas do conhecimento, favorecendo sensivelmente o trabalho interdisciplinar. Na tentativa de definir o que seria desenvolver um trabalho de Modelagem, o autor escreve:

A modelagem matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar matematicamente os fenômenos do qual o homem vive o seu cotidiano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões. (BURAK, 1987, p. 21).

É importante colocar que uma característica marcante encontrada nos trabalhos de Burak é a grande preocupação desse pesquisador e educador matemático em investigar a Modelagem no âmbito da Educação Matemática, especificamente, voltada para o trabalho em sala de aula, na Educação Básica. Essa preocupação se manifesta por meio de atividades

desenvolvidas diretamente com estudantes e professores. Esses últimos por meio da formação inicial, continuada e/ou em serviço.

Segundo Burak (2005), o início dos trabalhos com a Modelagem no Brasil se deve ao empenho de um grupo de professores, com destaque especial para Ubiratan D'Ambrosio e Rodney Carlos Bassanezi. Esses dois professores, que desempenhavam suas funções no *Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação – IMECC, da Universidade Estadual de Campinas*, foram os responsáveis em promover, num primeiro momento, cursos de especialização que utilizavam a Modelagem para o ensino de conteúdos matemáticos.

Corroborando com as colocações de Burak (2005), o Centro de Referência em Modelagem no Ensino (CREMM)²⁴ apresenta Aristides Barreto, Ubiratan D'Ambrosio e Rodney Carlos Bassanezi como os precursores da Modelagem no Brasil.

Segundo o CREMM, Aristides Barreto teve seu primeiro contato com a Modelagem na graduação, ainda como estudante de engenharia, na década de 1960. A idealização de utilizar a Modelagem como metodologia de ensino foi colocada em prática ainda na década de 1970. Como professor das disciplinas Fundamentos da Matemática, Prática de Ensino e Cálculo Diferencial e Integral procurava, sempre que possível, utilizar-se de modelos como estratégia de ensino. No ano de 1976, trabalhando com estudantes do curso de engenharia na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC - Rio), elaborou vários modelos em sala de aula, envolvendo diferentes áreas do conhecimento como *Linguística, Ecologia, Biologia*, entre outras.

Diante de sua experiência bem-sucedida, o professor Aristides Barreto, a partir de 1989, passa a produzir trabalhos relacionando a Modelagem com a música, fato que o projetou nacionalmente e chamou a atenção de outros pesquisadores para os estudos que vinha desenvolvendo por meio da Modelagem.

De acordo com dados do CREMM, o professor e pesquisador Ubiratan D'Ambrosio, já citado neste trabalho, na década de 1960, desenvolvendo trabalhos nos Estados Unidos, toma conhecimento do movimento²⁵ que vinha ocorrendo, naquele país e em alguns países da Europa, em relação ao ensino e aprendizagem de Matemática. Em 1972, regressa ao Brasil

²⁴ O CREMM iniciou seus trabalhos em 2006. Idealizado pela Professora Dra. Maria Salett Biembengut, atualmente conta com a colaboração de diversos pesquisadores nacionais e também internacionais que compõem o seu comitê assessor. Esse intercâmbio de contribuições envolve representantes dos países: Alemanha, Argentina, Austrália, Bélgica, Holanda, Inglaterra, Itália, Japão, México, Portugal, Suécia e Uganda. As informações aqui apresentadas estão disponíveis em: <<http://www.furb.br/cremm>>. Acesso em: 27 jul. 2011.

²⁵ Esse movimento, iniciado nos Estados Unidos, conforme já explicitado no capítulo anterior, tinha como objetivo principal implantar mudanças no âmbito do Ensino Secundário. Esse englobava dois ciclos: ginásial e científico e/ou clássico, visando à melhoria do Ensino Superior.

para trabalhar na UNICAMP, onde implanta propostas de trabalho envolvendo a Educação Matemática sobre forte influência do movimento que estava ocorrendo em outros países. Das propostas efetivadas, duas se destacam: a produção de materiais de apoio didático envolvendo conteúdos matemáticos voltados para os professores do EF e a implantação do primeiro curso de Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática na UNICAMP.

Percebendo a relevância das pesquisas que vinham sendo realizadas, já há algum tempo, pelo professor Aristides Barreto, e as contribuições que elas poderiam trazer ao ensino e aprendizagem da Matemática, Ubiratan D'Ambrosio o convida para proferir uma palestra na UNICAMP. Essa palestra é assistida por Rodney Carlos Bassanezi e desperta nele um interesse particular pela Modelagem.

É importante ressaltar que os trabalhos desses três pesquisadores, embora idealizados visando diretamente à implantação da Modelagem no âmbito da graduação, pós-graduação (*lato sensu* e *stricto sensu*) e cursos de formação continuada, favoreceram discussões importantes, principalmente, no meio acadêmico, a respeito da Modelagem.

De acordo com Burak (2005), em 1983 a Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, de Guarapuava, antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava – FAFIG, localizada na Região Centro-sul do estado do Paraná, inicia cursos de especialização voltados a professores de Matemática. Um dos objetivos desses cursos era difundir a Modelagem como uma opção metodológica para o ensino e aprendizagem da Matemática no âmbito da Educação Básica.

No que diz respeito especificamente ao estudo da Modelagem no contexto escolar associado à universidade, não se podem negar as contribuições das “atividades de capacitação docente promovidas pelo projeto de extensão Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática e Ciências Físicas vinculado à Pró-Reitoria de Extensão e Cultura da UFPR” (GUÉRIOS 1995, p. 2). Desafiados a criar uma proposta metodológica inovadora, um grupo de professores optou em voltar suas ações para a Modelagem. Por meio de atividades práticas mediadas pela Modelagem, desenvolvidas com estudantes do EF, os participantes do referido projeto realizaram reflexões acerca da aplicabilidade da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito do EF, bem como sobre as dificuldades de se efetivar mudanças na prática pedagógica do professor.

As ações apresentadas nos parágrafos anteriores, somadas ao referencial teórico do CREMM e ao trabalho de Burak (2005), possibilitam perceber que discussões envolvendo a Modelagem na Educação Matemática vêm ocorrendo no Brasil desde a década de 1970 e

intensificadas ao longo dos últimos anos. Esse fato pode ser comprovado pelo número de eventos específicos que estão sendo promovidos em diferentes regiões do país, com o objetivo de favorecer e possibilitar debates a respeito da Modelagem vista de diferentes perspectivas de Educação Matemática.

O marco inicial desses eventos ocorreu em novembro de 1999, quando foi realizada, pelo Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Rio Claro – UNESP, de Rio Claro, a I Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática (I CNMEM), a qual teve como tema “Modelagem no Ensino de Matemática”. Esse evento, considerado a primeira ação focada em reunir pesquisadores da Modelagem segundo perspectivas de Educação Matemática no Brasil, possibilitou o estabelecimento de um espaço voltado às discussões sobre o tema e a importância da instauração de uma periodicidade de dois anos para novos encontros. Desde então, já ocorreram sete edições da CNMEM.

Devido à relevância desse evento para a Modelagem, Bragança (2009) elabora um quadro em que constam as cinco primeiras edições da CNMEM, ocorridas de 1999 a 2007, explicitando também ano de realização, edição, tema e instituição responsável pela organização de cada uma das respectivas CNMEM.

Este trabalho amplia o quadro elaborado por Bragança (2009), acrescentando as CNMEM de 2007 e 2011, conforme apresentado a seguir:

Quadro 1 – Ano, Edição, Tema e Organização Referentes às CNMEM

(continua)

ANO	Edição CNMEM	TEMA	ORGANIZAÇÃO
1999	I	Modelagem no Ensino de Matemática	UNESP Rio Claro
2001	II	(*)	USF ²⁶ Itatiba – SP
2003	III	Modelagem na Perspectiva da Educação Matemática	UNIMEP ²⁷ Piracicaba – SP
2005	IV	Modelagem Matemática na Educação Matemática: Seu Papel na Formação Humana	UEFS ²⁸ Feira de Santana – BA

²⁶ Universidade São Francisco – USF.

²⁷ Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP.

²⁸ Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

(conclusão)

2007	V	A Modelagem Matemática nas Diferentes Práticas Sociais	UFOP ²⁹ e UFMG ³⁰ Ouro Preto – MG
2009	VI	Modelagem Matemática: Ações, Pesquisas e o Delinear de Perspectivas	UEL ³¹ Londrina – PR
2011	VII	Práticas e Ações em Ambientes de Formação e de Investigação	UFPA ³² Belém – PA

Fonte: Bragança (2009, p. 21) – até 2007.

Dados do quadro original até 2007, acrescentados 2009 e 2011 pela autora.

Nota: (*) Tema não localizado.

A elaboração do Quadro 1 tem por objetivo confirmar a diversidade de estados brasileiros que vem demonstrando interesse pela Modelagem, ao longo dos últimos anos, bem como a gradual abrangência dos temas. Esse último aspecto, em particular, evidencia que o trabalho com a Modelagem favorece a inter-relação com as outras áreas do conhecimento.

Contudo, é importante ressaltar que, embora a CNMEM seja o único evento de abrangência nacional, voltado especificamente ao aprofundamento das discussões sobre a relação existente entre a Modelagem e a Educação Matemática, existem outros eventos em que a Modelagem vem, a cada ano, conquistando mais espaço, demonstrando assim seu reconhecimento e fortalecimento na Educação Matemática.

Desses eventos, destacam-se: Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática – EPMEM; Encontro Paranaense de Educação Matemática – EPREM; Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM; Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – EBRAPEM; Conferência Interamericana de Educación Matemática – CIAEM; entre outros.

Segundo o CREMM, a grande extensão territorial do Brasil talvez não favoreça uma visualização integral de como a Modelagem vem sendo inserida no contexto de sala de aula e sobre qual perspectiva, visto que muitos professores não divulgam suas práticas desenvolvidas em sala de aula.

Para o CREMM, embora o acervo bibliográfico que relaciona a Modelagem com a Educação Matemática seja significativo e de grande profundidade, por ora são conhecidos apenas trabalhos publicados, ou que estão espalhados em bibliotecas de variadas instituições

²⁹ Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP.

³⁰ Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

³¹ Universidade Estadual de Londrina – UEL.

³² Universidade Federal do Pará – UFPA.

de ensino, ou em algum local possível de ser pesquisado, ou ainda aqueles relatados em encontros locais de troca de experiências.

Contudo, mesmo diante desse quadro, segundo Meyer (2007), é possível perceber o quanto a inter-relação Modelagem e Educação Matemática vem conquistando espaço e se fortalecendo diante da real necessidade de mudanças nas práticas pedagógicas, desenvolvidas na maioria das escolas brasileiras, principalmente, no que diz respeito ao ensino e à aprendizagem de conteúdos matemáticos.

Nesse sentido, Meyer (2007, p. 13) explicita o fato de muitos autores afirmarem que “trabalhar com a Modelagem Matemática em Educação Matemática vale a pena”, pois a grande questão colocada pela sociedade atual à escola, em relação ao saber matemático, e consequentemente aos educadores, envolve “um aprender e ensinar Matemática que possibilite compreender o mundo, para assim ter como interferir na História com o saber e com o conseguir-fazer que a Educação proporcione”.

2.2 DIFERENTES CONCEPÇÕES DA MODELAGEM MATEMÁTICA

A visibilidade que a Modelagem vem conseguindo estabelecer, nas últimas três décadas, e que foi apresentada no item anterior não abarca apenas aspectos positivos. Há, segundo Chaves e Espírito Santo (2008), pontos polêmicos envolvendo a real aplicabilidade desta tendência metodológica no contexto educacional. Sobre esse fato, os autores escrevem:

A Modelagem Matemática, uma das tendências metodológicas mais em evidência na moderna Educação Matemática, mesmo após vinte anos de pesquisas no Brasil, ainda causa polêmica. Há convergências e divergências nessa área, principalmente no que diz respeito a sua concepção e a sua utilização em contexto escolar. (CHAVES; ESPÍRITO SANTO, 2008, p. 150).

Na tentativa de justificar a colocação apresentada anteriormente, os autores Chaves e Espírito Santo (2008) apontam que a concepção que cada pessoa faz a respeito de um determinado assunto é explicitada por meio de sua prática.

Nesse sentido de concepção e prática serem indissociáveis, a inserção da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem estaria intimamente relacionada à maneira como o professor concebe a Modelagem e possibilita, por meio de sua ação pedagógica, situações que favoreçam a aplicação dessa metodologia efetivamente em sala de aula.

Segundo colocou Burak (informação verbal)³³, há uma forte ligação entre a maneira como se concebe determinada situação e a forma como são promovidas ações frente a ela. Com a Modelagem, esse fato não é diferente. A concepção que se tem a respeito dessa é o fio condutor que possibilita estabelecer o alicerce para a efetivação de uma prática pedagógica em que serão organizadas atividades dessa natureza, voltadas diretamente ao trabalho em sala de aula.

Nesse sentido, os trabalhos de Burak ressaltam a importância de que, ao se trabalhar com a Modelagem na perspectiva da Educação Matemática, tenha-se consciência das concepções que estão norteando o trabalho pedagógico. A maneira como são percebidas, Modelagem e Educação Matemática, interfere na sua utilização, ou não, no âmbito da Educação Básica e principalmente nos anos iniciais.

É importante também haver sutileza ao se analisar o currículo em que está sendo proposto o trabalho com a Modelagem. Para Chaves e Espírito Santo (2008), uma parcela considerável de escolas organiza seu currículo de maneira bem tradicional.

Segundo Chaves e Espírito Santo (2008), um equívoco comum ao se utilizar a Modelagem em currículos tradicionais ocorre quando ela é percebida como possível de ser trabalhada exclusivamente integrada à modalidade de projetos.

De acordo com Chaves e Espírito Santo (2008), para a efetivação de um trabalho nessa visão distorcida, tanto da Modelagem quanto da metodologia de projetos, bastaria dividir os estudantes em grupos, onde esses escolheriam algum tema que abarcasse um problema de interesse mútuo. A partir da escolha da situação-problema, seriam desenvolvidas estratégias para solucioná-la, as quais deveriam contemplar conteúdos matemáticos. Sendo esses, na maioria das vezes, preestabelecidos pelo professor que seria o responsável em acompanhar e direcionar o trabalho.

Sobre possíveis consequências dessa visão reducionista, que associa Modelagem exclusivamente com metodologia de projetos, os autores Chaves e Espírito Santo (2008) também explicitam haver professores que acabam percebendo a Modelagem como uma metodologia viável apenas para momentos especiais da escola, como feiras de ciências, semanas culturais, entre outros, mas não para o dia a dia da sala de aula.

Na tentativa de justificar essa percepção, alguns professores apontam o risco de não conseguirem contemplar todos os conteúdos elencados no currículo, ou ainda que tal

³³ Colocação explicitada em um dos encontros do Grupo de Pesquisa em Educação Matemática ocorridos no primeiro semestre de 2011 no curso de pós-graduação em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

processo, em virtude do número de estudantes que compõem a maioria das salas de aula, geraria vários projetos, que conseqüentemente produziria um acompanhamento superficial, por parte do professor, do que estaria sendo produzido pelos estudantes.

Percebendo que o professor procura relacionar sua prática pedagógica com a realidade presente no contexto escolar em que está atuando, mesmo que de maneira forçada, Chaves e Espírito Santo (2008) colocam a importância de se ter uma visão mais aprofundada a respeito das diferentes concepções que existem referentes à Modelagem, sobre o que escrevem:

É natural, para o professor, pensar sobre o uso de qualquer estratégia de ensino-aprendizagem a partir da realidade escolar da qual faça parte. Daí a importância de se discutir/refletir/propor concepções de Modelagem Matemática que ofereça aos professores diversas possibilidades de organização de atividades dessa natureza em sala aula, para que este possa escolher ou até inspirar-se para criar uma possibilidade de acordo com as variáveis condicionantes de seu contexto escolar e de sua própria experiência profissional. (CHAVES; ESPÍRITO SANTO, 2008, p. 150-151).

Tendo como pano de fundo a citação anterior e o interesse em favorecer a reflexão a respeito da Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem para os anos iniciais, esta pesquisa explicita algumas visões de Modelagem que vêm sendo discutidas no contexto da Educação Matemática.

A situação apontada no capítulo anterior, em relação à existência de diferentes concepções de Educação Matemática, não é um caso isolado, uma vez que se repete com a Modelagem.

Diante dessa realidade, foram escolhidas algumas concepções de Modelagem para serem apresentadas neste trabalho. Essa escolha abarca concepções de pesquisadores com trabalhos significativos à Modelagem, seja por meio de publicações e/ou orientações³⁴, bem como pela expressiva participação em eventos na perspectiva da Educação Matemática específicos da Modelagem, como a CNMEM, e naqueles em que essa vem conquistando, a cada nova edição, mais espaço.

Nesse sentido, a escolha realizada contempla a visão de Modelagem dos pesquisadores: Bassanezi (2004)³⁵, Burak (1987, 1992, 1998 e 2004), Biembengut (1990, 1999), Caldeira (2005, 2007), Barbosa (2001, 2003, 2004), Meyer (2007) e Chaves e Espírito Santo (2008).

³⁴ Essas orientações envolvem trabalhos de conclusão de curso (TCC), monografias, dissertações, teses, entre outros.

³⁵ A referência Bassanezi (2004) foi utilizada por ser a que estava disponível quando da efetivação da presente pesquisa e por englobar as principais ideias, do referido autor, a respeito da Modelagem.

É importante pontuar que a relevância deste item para o presente trabalho é fazer uma discussão que permita identificar o entendimento de Ciência que fundamenta cada uma das visões apresentadas e se essas têm por fio condutor modelos epistemológicos das Ciências Naturais³⁶, buscando explicitar como cada uma dessas compreensões percebe a relação da tríade: estudante, professor e construção do conhecimento matemático, frente a um trabalho pedagógico favorecido pela Modelagem.

O primeiro ponto de vista de Modelagem a ser apresentado é o de Bassanezi (2004). Já na introdução de seu trabalho, esse autor demonstra uma forte relação com a matemática aplicada, afirmando que essa seria o *caminho* para o desenvolvimento do gosto pela Matemática. Sobre esse fato, Bassanezi (2004, p. 15) revela acreditar “que esse gosto se desenvolve com mais facilidade quando é movido por interesses e estímulos externos à Matemática, vindos do “mundo real”. A matemática aplicada é o caminho”.

Com essa colocação, Bassanezi (2004) evidencia sua forte relação com a matemática aplicada e consequentemente o reflexo que esse fato teve sobre a sua concepção de Modelagem. Esse fato é evidenciado pelo referido autor ao afirmar haver uma visão equivocada a respeito da matemática aplicada, quando ela é percebida como uma *matemática inferior – onde os problemas são abordados com técnicas modestas ou métodos computacionais que desvalorizam esta ciência* – visto que uma educação mais significativa implica necessariamente em uma estreita relação entre instrumentos matemáticos e demais áreas do conhecimento.

Nesse sentido, a Modelagem é fundamental uma vez que “consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Como essa arte “pressupõe multidisciplinaridade”, quando inserida em um contexto educacional, “a aprendizagem realizada por meio da modelagem facilita a combinação dos aspectos lúdicos da matemática com seu potencial de aplicações”. (BASSANEZI, 2004, p. 16).

Essa relação entre matemática aplicada e Modelagem, explicitada pelo referido autor em seu trabalho, foi sendo delineada ao longo de uma trajetória profissional e pessoal, portanto não poderia deixar de influenciar a sua concepção de Modelagem. Fato reforçado quando o autor coloca:

Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte

³⁶ Para um aprofundamento maior sobre este aspecto, consultar Burak e Klüber (2008b).

de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.

A modelagem é eficiente a partir do momento que nos conscientizamos que estamos sempre trabalhando com *aproximações* da realidade, ou seja, que estamos elaborando sobre representações de um sistema ou parte dele.

[...] esse método pode ser aplicado em várias situações de **ensino-aprendizagem**, com a intenção de estimular alunos e professores de matemática a desenvolverem suas próprias habilidades como modeladores. (BASSANEZI, 2004, p. 24-25, grifos do autor).

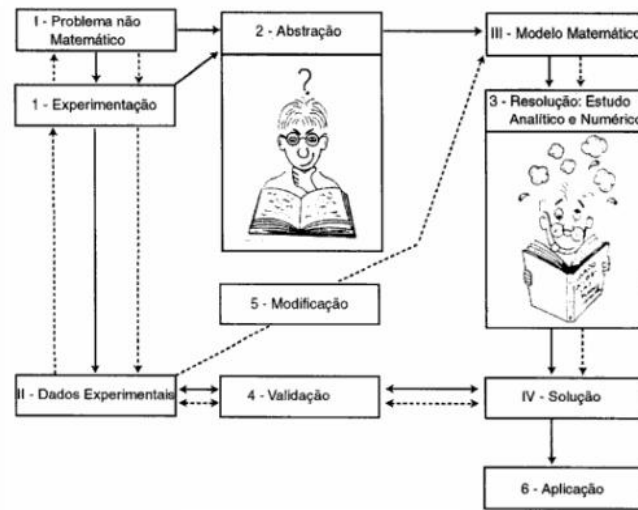
A primeira parte dessa citação evidencia uma forte percepção de Modelagem voltada principalmente para cursos de graduação e pós-graduação, em que o conhecimento da matemática aplicada é essencial. Esse aspecto é fundamental de ser observado. O fato de a colocação de Bassanezi (2004) apontar um possível distanciamento da realidade que envolve o trabalho com a Matemática no EF em nada desmerece o seu trabalho, apenas reforça algo que deve ser levado em conta ao se estudar a visão de Modelagem desse autor. Ela foi construída por meio de experiências vivenciadas com estudantes de graduação e pós-graduação.

Bassanezi (2004) percebe a Modelagem como um processo que se estabelece por meio da tradução de situações-problema, procedentes da realidade do dia a dia ou de outras áreas do conhecimento humano, para a linguagem simbólica da Matemática, a qual possibilita criar um Modelo Matemático que representa a situação-problema. A elaboração desse modelo tem por objetivo principal uma melhor visualização da situação que está sendo analisada, assim como favorecer a sua compreensão e consequentemente elaborar estratégias para solucioná-la.

Segundo Bassanezi (2004, p. 27), o processo explicitado no parágrafo anterior se constitui por meio de etapas ou fases, que são: “1) Experimentação; 2) Abstração; 3) Resolução; 4) Validação; 5) Modificação; 6) Aplicação”.

Procurando contribuir com o entendimento desse processo, o referido autor elabora o que ele chama de *Esquema de modelagem*, o qual é representado a seguir pela Figura 3.

Figura 3 – Esquema de uma Modelagem



Fonte: Bassanezi (2004, p. 27).

Conforme pontuado anteriormente, no entendimento de Bassanezi, a Modelagem é um processo que tem início em uma situação-problema do cotidiano. Na Figura 3, essa é indicada como um problema não matemático, a partir do qual ocorre uma sequência de atividades intelectuais, que serão apresentadas resumidamente, a seguir, tendo todas elas como referencial Bassanezi (2004).

A *Experimentação* é uma atividade intelectual basicamente trabalhosa, uma vez que é nessa fase que ocorre a obtenção dos dados. As técnicas experimentais utilizadas, na maioria das vezes, são apontadas pelas especificidades presentes na natureza do experimento e nos objetivos da investigação.

A atividade *Abstração* tem por finalidade a elaboração dos *Modelos Matemáticos*. Esses são obtidos ao se traduzir a linguagem natural, presente nas hipóteses levantadas a partir da situação-problema, para a linguagem simbólica da Matemática.

Na etapa *Resolução*, o foco central é encontrar uma resposta para o Modelo Matemático elaborado na atividade de *Abstração*. Dependendo da complexidade desse Modelo Matemático, essa será uma atividade própria do matemático, com a possibilidade de ser completamente desvinculada da situação-problema inicialmente modelada.

Na etapa conhecida como *Resolução*, o foco central é encontrar uma resposta ao Modelo Matemático elaborado na atividade de *Abstração*. Dependendo da complexidade desse Modelo Matemático, essa será uma atividade própria do matemático, com a possibilidade de ser completamente desvinculada da situação-problema inicialmente modelada.

A etapa de *Validação* é caracterizada pela anuência ou não do Modelo Matemático elaborado. Para tanto, é importante a confrontação do referido modelo, associado às hipóteses que lhe foram conferidas, aos dados empíricos obtidos, visto o grau de aproximação, resultante dessa comparação, ser extremamente significativo para o processo de validação. Contudo, muito mais relevantes são os “fatores que condicionam o modelador, incluindo seus objetivos e recursos disponíveis”. (BASSANEZI, 2004, p. 30).

A atividade de Modificação possibilita, sempre que necessário, a reformulação do Modelo Matemático inicialmente idealizado.

Nesse sentido, Bassanezi (2004, p. 31) coloca:

Nenhum modelo deve ser considerado definitivo, podendo sempre ser melhorado [...]. A reformulação de modelos é uma das partes fundamentais do processo de modelagem e isto pode ser evidenciado se considerarmos que: Os fatos conduzem constantemente a novas situações; Qualquer teoria é passível de modificações; As observações são acumuladas gradualmente de modo que novos fatos suscitem novos questionamentos; A própria evolução da Matemática fornece novas ferramentas para traduzir a realidade (Teoria do Caos, Teoria Fuzzy etc.).

As etapas que compõem o *Esquema de uma modelagem* elaborado por Bassanezi (2004) e apresentado anteriormente é uma tentativa de organização, segundo a concepção do referido autor, do processo dinâmico que é a Modelagem. Portanto, não deve ser visto como algo rígido e imutável, muito menos que ocorra exatamente na ordem apresentada.

Embora Bassanezi (2004) aponte a possibilidade de se trabalhar com a Modelagem no Ensino Médio e nos anos finais do EF, sua concepção a respeito dessa sinaliza ser ela mais adequada quando trabalhada em cursos de graduação, pós-graduação e formação continuada.

A importância dos trabalhos do pesquisador Bassanezi à consolidação da Modelagem se verifica a partir do número de pesquisadores que, por meio de sua orientação, deram continuidade a pesquisas nessa temática, possibilitando mais consistência e delineando novos contornos para a Modelagem na Educação Matemática.

Um exemplo de pesquisador que confirma o que foi exposto no parágrafo anterior é Burak (1987). Embora tenha recebido sugestões e orientações a partir da concepção de Bassanezi, em relação à Modelagem, estabeleceu uma maneira bastante particular de visualizar a Modelagem.

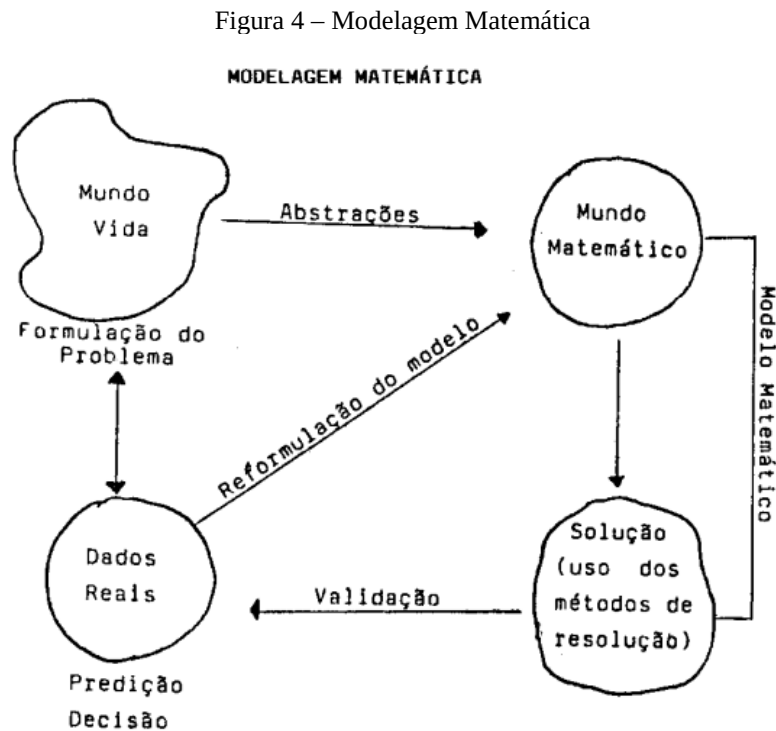
Com uma visão de Modelagem ainda em construção, o trabalho de Burak (1987) apresenta em seu delineamento sugestões advindas da concepção de Bassanezi. Um aspecto evidente desse fato é a importância dada à efetivação da construção de um modelo matemático durante o desenvolvimento do trabalho.

Buscando explicar como ocorre o processo de Modelagem, e consequentemente a importância da construção do modelo matemático para esse, Burak (1987, p. 37-38) coloca:

A Modelagem Matemática na prática tem início com um questionamento ou situação – problema do mundo – vida, isto é, o mundo onde vivemos. [...]. Outro passo na sequência da Modelagem [...] é a construção do modelo. Assim, modelo é a relação entre as variáveis do problema. Nessa fase são usadas as ferramentas matemáticas [...]. O modelo geralmente é constituído sob a forma de equações ou inequações. O passo seguinte é a resolução do modelo por qualquer dos métodos disponíveis. Uma vez resolvido o modelo, tem início a sua validação. A validação do modelo consiste na aplicação dos dados disponíveis e comparação do resultado com o real. Se existe uma boa correlação entre o modelo matemático e a situação real, então o modelo é válido. Sendo validado o modelo presta-se para fazer previsões a respeito do problema. Se não existe boa correlação entre o modelo e o problema estudado, há necessidade de reformulação [...] a fim de possibilitar ao modelo reproduzir características gerais do problema. Novamente volta-se ao processo.

Reforçando a citação anterior e com o intuito de favorecer a visualização da Modelagem como um processo dinâmico, Burak (1987) elabora um esquema em que procura explicitar de modo bem objetivo o seu entendimento de Modelagem.

O esquema elaborado por Burak (1987, p. 38) para representar o processo da Modelagem é apresentado pela Figura 4, que segue:



Fonte: Burak (1987, p. 38).

Por meio da Figura 4, que representa o esquema elaborado por Burak (1987, p. 38) com o intuito de favorecer a visualização da Modelagem como processo, é possível identificar aproximações significativas com a concepção de Modelagem de Bassanezi (2004), já abordada neste trabalho, principalmente em relação à construção de um *modelo matemático*.

Uma justificativa para esse fato é apresentada por Burak e Klüber (2008b, p. 19), ao colocarem:

Considera-se que essa prioridade da construção de modelos deu-se em virtude dos referenciais teóricos utilizados na época para a modelagem. Esses referenciais eram quase em sua totalidade provenientes da matemática aplicada, que trabalhava com a construção de modelos. A constituição de uma modelagem para o ensino de matemática ainda estava incipiente e por fazer-se.

Entretanto, essa valorização pela construção de um *modelo matemático*, presente na concepção de Burak (1987) é repensada e modificada em Burak (1992).

Contudo, é importante ressaltar que um aspecto importante na concepção de Burak (1987), que já indicava possivelmente outro olhar para o trabalho com a Modelagem, aparece quando o autor coloca que a Modelagem sugere um ensinar matemático mais ativo, no sentido próprio da ação do sujeito, e mais significativo, isto é, que apresenta significado para o estudante. Por meio dessa metodologia, é possível modificar a prática do “saber” para “fazer”, para a prática do “fazer” para “saber”, por se entender que nenhum fazer é destituído do saber. Nessa perspectiva, o estudante deixa de ser simplesmente um espectador em relação a sua aprendizagem e passa a ser corresponsável por ela. Essa ação se efetiva à medida que o estudante se insere na atividade por decisão própria, ou seja, passa a se perceber como parte importante da ação que está sendo desenvolvida, a participar ativamente das ações que acontecem na sala de aula, uma vez que é dada voz as suas conjecturas.

Outro aspecto importante presente na Figura 4, elaborada por Burak (1987), e que pode passar despercebido em uma leitura superficial dessa, é a forma irregular escolhida pelo autor para representar o que ele chama de *Mundo Vida*.

Para Burak (1987), o *Mundo Vida* não poderia ser representado por uma forma regular visto que as situações presentes nele, na maioria das vezes, não seguem um padrão preestabelecido ou de maneira previsível. O *Mundo Vida*, dentro de uma sala de aula, abarca as especificidades que compõem as trajetórias vividas por cada integrante da turma, seja ele estudante ou professor. Nesse sentido, Modelagem é um convite a um novo olhar sobre o ensinar e o aprender.

A própria denominação *Mundo Vida*, dada pelo autor, é um forte indicativo de uma maneira bem específica de visualizar a Modelagem.

Burak (1992, p. 32), em sua tese, apresenta uma concepção de Modelagem não mais vinculada necessariamente à construção de um modelo matemático, mas como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões”.

Essa reformulação de concepção não acontece por acaso. É resultado de um número significativo de trabalhos realizados em cursos voltados especificamente à formação do professor de Matemática, seja na graduação e/ou especialização, na formação continuada de professores atuantes na Educação Básica, assim como em trabalhos desenvolvidos com estudantes do EF e Ensino Médio.

Outros aspectos que favoreceram a reformulação da concepção de Modelagem de Burak (1987) foram o seu interesse particular pela Educação Matemática, sua sensibilidade em perceber a tensão existente na tríade: estudante, professor e conhecimento matemático, e a convicção da necessária estruturação de um delineamento teórico à Educação Matemática que pudesse favorecer o que pesquisadores não só da área de Matemática como das outras áreas, principalmente da Psicologia, já apontavam, a urgência de ser propiciado um novo ensinar e aprender à Matemática.

Essa busca por uma fundamentação teórica para a Educação Matemática mais voltada às ciências humanas e sociais também foi apontada, como colocado no capítulo anterior deste trabalho, por Kilpatrick (1996), ao explicitar a necessidade de ocorrer uma ruptura da Educação Matemática com os padrões positivistas.

Nesse sentido, Burak (1992), além de reformular sua concepção a respeito da Modelagem, acrescenta dois importantes princípios a ela, que são: o interesse do grupo e a busca de informações referentes ao ambiente em que está inserido o grupo com o qual será desenvolvido o trabalho.

Esses princípios apresentam uma forte aproximação das ciências humanas e das ciências sociais, uma vez que se percebe a importância de dar voz aos sujeitos envolvidos no trabalho, considerar e respeitar as especificidades sociais e culturais desses, entre outros aspectos. Esse olhar mais abrangente, que se preocupa mais com o sujeito e não tanto com o objeto a ser estudado, produz consequentemente um distanciamento de características da

matemática aplicada, tão presente na sua concepção de Modelagem explicitada em Burak (1987).

Para Burak (1992), a Modelagem acontece desde a pré-história, visto que o homem sempre procurou compreender e entender o ambiente em que vive. O progresso das Ciências, em especial da Matemática, aliado à aptidão humana de questionar, pensar, criar e averiguar, possibilitou ao homem modelar o ambiente para melhor entendê-lo. Nesse ponto e seguindo uma linha de raciocínio, o autor explicita a sua concepção de Modelagem colocando:

A Modelagem Matemática constitui-se em um conjunto de procedimentos cujo objetivo é estabelecer um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões. (BURAK, 1992, p. 62).

Conforme explicitado em Burak e Klüber (2008b), Burak (1998, 2004) apresenta uma ampliação de sua concepção em relação à Modelagem, quando recomenda uma sequência de cinco etapas que podem contribuir com a efetivação de uma proposta metodológica na perspectiva da Modelagem. São elas: 1) *escolha do tema*; 2) *pesquisa exploratória*; 3) *levantamento dos problemas*; 4) *resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema*; 5) *análise crítica das soluções*.

A respeito de cada uma das cinco etapas indicadas anteriormente, os autores escrevem:

Escolha do tema – é o momento em que o professor apresenta aos alunos alguns temas que possam gerar interesse ou os próprios alunos sugerem um tema. Esse tema pode ser dos mais variados, uma vez que não necessita ter nenhuma ligação imediata com a matemática ou com conteúdos matemáticos, e sim com o que os alunos querem pesquisar. Já nessa fase é fundamental que o professor assuma a postura de mediador, pois deverá dar o melhor encaminhamento para que a opção dos alunos seja respeitada.

Pesquisa exploratória – escolhido o tema a ser pesquisado, encaminham-se os alunos para a procura de materiais e subsídios teóricos dos mais diversos, os quais contenham informações e noções prévias sobre o que se quer desenvolver/pesquisar. A pesquisa pode ser bibliográfica ou contemplar um trabalho de campo, fonte rica de informações e estímulo para a execução da proposta.

Levantamento dos problemas – de posse dos materiais e da pesquisa desenvolvida, incentiva-se os alunos a conjecturarem sobre tudo que pode ter relação com a matemática, elaborando problemas simples ou complexos que permitam vislumbrar a possibilidade de aplicar ou aprender conteúdos matemáticos, isso com a ajuda do professor, que não se isenta do processo, mas se torna o “mediador” das atividades.

Resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema – nessa etapa, busca-se responder os problemas levantados com o auxílio do conteúdo matemático, que pode ser abordado de uma maneira extremamente acessível, para, posteriormente, ser sistematizado, fazendo um caminho inverso do usual, pois se ensina o conteúdo para responder às necessidades surgidas na pesquisa e no levantamento dos problemas concomitantemente.

Análise crítica das soluções – etapa marcada pela criticidade, não apenas em relação à matemática, mas também a outros aspectos, como a viabilidade e a adequabilidade das soluções apresentadas, que, muitas vezes, são lógica e matematicamente coerentes, porém inviáveis para a situação em estudo. É a etapa em que se reflete acerca dos resultados obtidos no processo e como esses podem ensinar a melhoria das decisões e ações, contribuindo, dessa maneira, para a formação de cidadãos participativos, que auxiliem na transformação da comunidade em que participam. (BURAK; KLÜBER, 2008b, p. 21-22, grifos nossos).

Segundo colocação dos próprios autores, Burak e Klüber (2008b), é possível perceber um avanço significativo em termos teóricos no setor epistemológico na concepção de Modelagem de Burak, de modo a evidenciar um ensino mais significativo. Esse fato deve-se principalmente a influências de estudos realizados sobre as teorias de *Piaget*, *Vygotsky* e *Ausubel*.

Com a inclusão das etapas apresentadas anteriormente, a concepção de Burak (1998, 2004) em relação à Modelagem se fundamenta em uma metodologia de ensino e aprendizagem e suas implicações. Na Educação Básica, é abordada em consonância com o *Método Etnográfico*, conforme explicitam Burak e Klüber (2010). Sobre esse fato, os autores colocam:

Essa forma de pensar o ensino de Matemática carrega consigo o entendimento da Matemática em termos que não se restringe ao seu próprio contexto, mas se concebe e trata de uma Matemática construída na interação do educando com o mundo, uma Matemática com o mundo. (BURAK; KLÜBER, 2010, p. 160).

Ainda em relação à trajetória para a efetivação de sua concepção a respeito de Modelagem na perspectiva de Educação Matemática como campo de estudo, Burak (informação verbal)³⁷, em sua explanação na aula de abertura da disciplina Tópicos Especiais Educação Matemática, realizada no dia 11 de agosto de 2011, relata que, na época da realização de seu mestrado, a concepção de Modelagem que ele apresenta em Burak (1897) não contemplava toda a sua experiência já obtida por meio de trabalhos efetivados com estudantes dos anos finais do EF, do Ensino Médio, graduação, pós-graduação e professores da Educação Básica. Percebendo o distanciamento entre a prática e a teoria que envolvia a Modelagem, continuou sua busca por uma concepção mais próxima a sua visualização de Modelagem na Educação Matemática. O “encontro” ocorreu ao conhecer os trabalhos de Rius (1989a, 1989b), trabalhos esses que tiveram alguns aspectos apresentados no primeiro capítulo desta pesquisa.

³⁷ Essa referência faz menção a uma explanação realizada pelo próprio autor no dia 11 de agosto de 2011, na aula inaugural da disciplina Tópicos Especiais Educação Matemática, ofertada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação do Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, no segundo semestre de 2011.

Segundo Burak (informação verbal)³⁸, os trabalhos de Rius (1989a, 1989b) somados a sua experiência com o *chão da escola* o fizeram sair de uma concepção estruturada nas Ciências Naturais para uma totalmente voltada às Ciências Humanas e Sociais. Essa opção de mudança favoreceu a sua aproximação com a Filosofia das Ciências, as ideias de Thomas Kuhn³⁹ (1922 – 1996), os trabalhos de Boaventura de Sousa Santos, permitindo que rompesse com paradigmas que ainda exerciam influências em seus trabalhos.

A visão de Modelagem da pesquisadora Biembengut se mostra muito próxima da de Bassanezi (2004) principalmente por explicitar a relevância da elaboração de um modelo matemático. Esse fato pode ser comprovado pela colocação da autora, quando escreve:

[...] a criação de modelos para interpretar os fenômenos naturais e sociais é inerente ao ser humano. A própria noção de modelo está presente em quase todas as áreas: Arte, Moda, Arquitetura, História, Economia, Geografia, Literatura, Matemática. Aliás, a história da Ciência é testemunha disso! (BIEMBENGUT, 1999, p. 11).

Um pouco mais a frente, no mesmo trabalho (BIEMBENGUT, 1999, p. 20), a autora explicita a estreita relação que considera existir entre a elaboração de um modelo e a Modelagem, ao colocar que essa é um “processo que envolve a obtenção de um modelo”, bem como sua percepção de que a Modelagem favoreceria a aproximação entre a Matemática e a realidade, ao afirmar que “matemática e realidade são dois conjuntos disjuntos e a modelagem é um meio de fazê-las interagir”.

Para Burak e Klüber (2008b), vincular o trabalho com a Modelagem à elaboração de um modelo matemático dentro de uma perspectiva de Educação Matemática é um dificultador à adoção dessa metodologia.

No que diz respeito especificamente à utilização da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais, um possível obstáculo que essa vinculação entre Modelagem e obtenção de um modelo pode ocasionar é apontada pelos autores Burak e Klüber (2008b, p. 23), ao colocarem que “os alunos vão precisar dominar de antemão um ferramental matemático”. Esse *ferramental*, ao qual os autores fazem referência, muitas vezes, nem o professor que atua com estudantes desse âmbito escolar domina, principalmente, em

³⁸ Explanação realizada pelo próprio autor no dia 11 de agosto de 2011, na aula inaugural da disciplina Tópicos Especiais Educação Matemática, ofertada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação do Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, no segundo semestre de 2011.

³⁹ Físico de formação, questionou o progresso científico como acumulação gradual do conhecimento. O conceito mais importante para Kuhn é o paradigma (modelo). De acordo com esse conceito, durante um determinado período, os cientistas tendem a orientar suas pesquisas de acordo com um modelo, com o intuito de preservar a verdade científica.

função de sua formação inicial não conseguir abarcar as especificidades de todas as áreas do conhecimento que deverá abordar, com seus estudantes, em sala de aula.

Tendo por base estudos realizados e uma forma particular de perceber o trabalho com a Modelagem, Burak e Klüber (2008b, p. 23) colocam “que a modelagem deve favorecer a aquisição desse ferramental e não apenas a sua aplicação”.

Especificamente a respeito da concepção de Modelagem explicitada por Biembengut (1999), os autores Burak e Klüber (2008b) a percebem como uma prática externa que é inserida no processo de ensino e de aprendizagem.

Corroborando com o que foi colocado já no início da apresentação dessa concepção de Modelagem, Burak e Klüber (2008b, p. 24) percebem a proximidade existente entre as concepções de Biembengut (1999) e Bassanezi (2004). Especificamente em relação à primeira, além da valorização dada à elaboração de um modelo matemático, a autora também aponta que o trabalho com a Modelagem implica sequência de algumas etapas, que são subdivididas em seis subetapas, a saber: 1) *Interação – reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado (pesquisa)*; 2) *Matematização – formulação (hipótese) e resolução do problema em termos matemáticos*; 3) *Modelo matemático – interpretação da solução e validação do modelo (uso)*.

Nesse sentido, Burak e Klüber (2008b) colocam que a concepção de Modelagem de Biembengut (1999) está epistemologicamente centrada nas Ciências Naturais em decorrência da forte vinculação aos pressupostos da matemática aplicada.

Sendo assim, embora Biembengut incentive a utilização da Modelagem desde os anos iniciais da Educação Básica até em cursos de pós-graduação, o trabalho com a Modelagem na perspectiva de Biembengut (1999) é mais adequado com estudantes de Ensino Superior e/ou pós-graduação, visto que, em tese, esses estudantes estariam mais bem instrumentados do *ferramental matemático*, necessário para a obtenção do modelo que abaliza o trabalho com a Modelagem de acordo com essa concepção de Biembengut.

Barbosa (2001, p. 6) explicita a sua visão de Modelagem como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”.

Buscando contribuir para que o leitor perceba as sutilezas presentes na forma como percebe a Modelagem, Barbosa (2001, p. 6) afirma que “o ambiente de aprendizagem que o professor organiza pode apenas colocar o convite. O envolvimento dos alunos ocorre na medida em que seus interesses se encontram com esse”.

Nesse caso, segundo o autor, a expressão convite faz referência a dois pilares da Educação, à indagação e investigação. Explicitando uma aproximação com ideias do educador Paulo Freire (2005), principalmente em relação à autonomia que a Educação deve propiciar aos estudantes.

O trabalho com a Modelagem de acordo com a concepção de Barbosa (2001) não visa à construção de um modelo matemático, diferentemente das concepções de Bassanezi (2004) e Biembengut (1999). Favorece o estudante a construir e ampliar o seu conhecimento matemático a partir de questionamentos advindos de diferentes situações, sem procedimentos previamente determinados, mas com variedade de encaminhamentos.

Essa concepção de Modelagem, segundo Burak e Klüber (2008b), é apropriada à Educação Matemática, uma vez que não está condicionada à sequência linear de uma lista de conteúdos programáticos, nem à obrigatoriedade da construção de um modelo matemático. Nesse sentido, uma concepção que valida a Modelagem como prática pedagógica a ser desenvolvida desde a Educação Básica, uma vez que os estudantes, na maioria das vezes, ainda não possuem todo o ferramental matemático necessário à construção de um modelo matemático.

Barbosa (2001) explicita que a Modelagem pode propiciar a interação da Matemática com outras áreas do conhecimento.

Nesse sentido, concordando com Burak (1992), a Modelagem favorece o trabalho interdisciplinar, evidenciando a interação da Matemática com as demais áreas do conhecimento, aspecto tão importante de ser efetivado nos anos iniciais.

Outro pesquisador que desenvolve estudos, no âmbito da Educação Matemática, voltados à Modelagem é Caldeira (2005, 2007).

Na visão de Burak e Klüber (2008b), a concepção de Caldeira (2005), referente à Modelagem, que será apresentada a seguir, além da proximidade com a concepção de Burak (1992), tem pontos em comum com a de Barbosa (2001).

No que diz respeito especificamente à visualização da Modelagem, de acordo com uma concepção de Educação Matemática, Caldeira (2005, p. 3) afirma que ela oportuniza, tanto aos professores quanto aos estudantes envolvidos, *um sistema de aprendizagem* no qual questões relacionadas ao ensino e à aprendizagem da Matemática são percebidas de forma a romper com o ensino tradicional.

Nesse sentido, Burak e Klüber (2008b) colocam que o *sistema de aprendizagem* percebido por Caldeira (2005) tem o intuito de favorecer reflexões a respeito da necessidade

de uma ruptura com a linearidade em que são apresentados e abordados conteúdos matemáticos na maioria dos currículos escolares.

Ao perceber a Modelagem como um *sistema de aprendizagem*, Caldeira (2005) dá a ela uma conotação importante dentro da Educação Matemática. Para ele, considerar a Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem é uma visão reducionista, frente às potencialidades que um trabalho mediado pela Modelagem possibilita. Sobre isso, escreve:

Colocar a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino e aprendizagem, ou seja, como uma metodologia, é restringi-la e limitá-la, deixando-a muito aquém daquilo que realmente podemos aproveitar, instituindo-a nas salas de aula, como prática pedagógica [...]. (CALDEIRA, 2005, p. 2).

Para Burak e Klüber (2008b), essa afirmação de Caldeira (2005) suscita novas reflexões a respeito da Modelagem, inclusive no que concerne a aspectos epistemológicos.

Caldeira (2005) considera que a Modelagem possibilita a aproximação da Matemática escolar com as situações advindas das relações que as pessoas estabelecem no seu dia a dia, ou seja, com o que Burak (1987) denomina Mundo Vida. Nesse sentido, a Modelagem favorece a percepção da relevância da Matemática na vida das pessoas, uma vez que confere sentido aos conteúdos matemáticos que estão sendo abordados em sala de aula.

Com relação especificamente à maneira fragmentada de como os conteúdos matemáticos são trabalhados em sala de aula, Caldeira (2005) percebe a Modelagem como capaz de romper com essa situação. Ao trabalhar com um problema advindo da realidade, os estudantes, além de apresentarem diferentes estratégias de solução, estabelecem um fio condutor entre os conteúdos utilizados para solucionar o problema, diferentemente do que acontece com o ensino tradicional.

Concordando com a posição de Caldeira (2005), Burak (informação verbal)⁴⁰, o aprender Matemática não ocorre de forma linear e estanque, mas em um movimento que lembra a forma de uma espiral, no qual o estudante, numa ação de ir e vir dinâmica e contínua, estrutura e internaliza novos conceitos matemáticos, tendo como ponto de partida noções e conceitos já aprendidos.

A visão de Modelagem que o pesquisador Caldeira explicita está muito próxima da de Burak. Um fato que reforça essa afirmação é o trabalho de Caldeira (2007). Nesse trabalho,

⁴⁰ Colocação explicitada pelo autor em encontro do Grupo de Estudo de Educação Matemática, ocorrido no dia 16 de junho de 2011, nas dependências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

o autor desenvolveu uma atividade pedagógica, mediada pela Modelagem, com estudantes da 3.^a e 4.^a séries⁴¹ do EF.

Ao possibilitar que os próprios estudantes envolvidos definissem como meta de trabalho a construção de uma horta na escola, Caldeira (2007), assim como fez Burak (1992), utilizou aspectos da realidade e do interesse dos estudantes. Desse modo, a partir da valorização do saber matemático específico do contexto social da turma como um todo, orientou e participou no desenvolvimento da atividade proposta, evidenciando que o processo de ensino e aprendizagem envolve impreterivelmente dois sujeitos, o professor e o estudante.

Nesse sentido, a concepção de Caldeira (2005) apresenta também alguns pontos em comum com a concepção de Meyer (2007) em relação à Modelagem, a qual será apresentada a seguir.

Segundo Meyer (2007, p. 11), a Modelagem não é objeto de estudo exclusivo da Educação Matemática, visto que a sua prática está presente em variados níveis de ensino e aprendizado. Essa amplitude, envolvendo a Modelagem, permite que ela seja percebida “como relação entre a matemática e realidade, como prática de ensino, como estratégia didática, como ambiente de aprendizagem e como interpretação da natureza”.

Em relação à abrangência dos trabalhos e à diversidade de concepções envolvendo a Modelagem, bem como a relevância dessa riqueza de particularidades, esse mesmo autor escreve:

[...] a Modelagem Matemática está no alicerce do “ler o mundo” e na “construção dialógica, coletiva e crítica” do conhecimento a que se refere à Teoria de Educação de Paulo Freire: Desde as séries iniciais até a formação de professores [...], a Modelagem Matemática é uma das principais chaves da compreensão da matemática como atividade humana, necessária e instrumental: a verdade é que precisamos de matemática para compreender a nossa vida, para criticar os processos sociais – e para empreender mudanças. (MEYER, 2007, p. 11).

Ao relacionar a Modelagem com a Teoria de Educação de Paulo Freire, Meyer (2007) suscita pontos extremamente reveladores de sua concepção a respeito da Modelagem. Um desses pontos está diretamente relacionado à potencialidade pedagógica de ela possibilitar a efetivação de uma educação significativa e realmente transformadora nos diferentes níveis de ensino.

Reconhecido internacionalmente por seus trabalhos na área da educação, o pedagogo brasileiro Paulo Freire buscou, incansavelmente, explicitar sua convicção de que, por meio de uma educação libertadora e problematizadora, é possível a transformação de uma sociedade.

⁴¹ Atualmente, correspondem respectivamente ao 4.º e 5.º anos do Ensino Fundamental de nove anos.

Segundo Freire (2005), o conhecimento só tem significado quando construído na coletividade. É exatamente nesse sentido que este trabalho procura ancorar a opção pela perspectiva de Modelagem enquanto metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito da Educação Matemática.

A Teoria de Educação de Paulo Freire se abaliza por ser dialética e dialógica. Essas duas características são abordadas em Freire (2005). Para o autor, a educação é dialética por não ser possível a dicotomia entre questões básicas presentes no ato de educar, que envolve variadas relações mutuamente exclusivas ou contraditórias, como: ação e reflexão; subjetivo e objetivo; homem e mundo; educador e educando.

Essas relações, contudo, não permitem estabelecer uma hierarquia entre elas, ou seja, não há um grau maior de importância entre elas. Nesse sentido, a educação não pode ser considerada assimétrica, mas simétrica, nem uma via de mão única, mas essencialmente de mão dupla, em que o todo só existe com a junção de todas as partes.

Nesse mesmo trabalho, Freire (2005) vislumbra a educação como dialógica, uma vez que é por meio da comunicação que são estabelecidas as relações com o outro e que é construída a dialética tão fundamental no dia a dia de sala de aula.

Meyer (2007), ao citar a *Teoria de Educação de Paulo Freire*, coloca a Modelagem como um caminho possível para *libertar* o ensino e a aprendizagem da Matemática do distanciamento percebido entre os conteúdos abordados em sala de aula e a realidade que se faz presente além do contexto escolar. Seguindo o mesmo fio condutor, a Modelagem possibilita uma *transformação* no ensinar e no aprender Matemática, fato vital frente às reais necessidades da sociedade do século XXI.

Com base no que foi apresentado em relação à concepção de Modelagem de Meyer (2007), percebe-se que essa concepção é bastante abrangente, evidenciando possíveis aproximações com as demais concepções de Modelagem abordadas nesta pesquisa.

Já os autores Chaves e Espírito Santo (2008) percebem a Modelagem no contexto escolar como:

[...] um processo gerador de um ambiente de ensino e aprendizagem, que permite que os conteúdos matemáticos sejam conduzidos de forma articulada com outros conteúdos de diferentes áreas do conhecimento, contribuindo, dessa forma, para que se tenha uma visão holística (global) do problema em investigação. (CHAVES; ESPÍRITO SANTO, 2008, p. 159, grifos dos autores).

A concepção de Modelagem, explicitada por Chaves e Espírito Santo (2008), também evidencia aproximações com a concepção de Burak (1992), Biembengut (1999),

Barbosa (2001), Bassanezi (2004), Caldeira (2005) e Meyer (2007), ao evidenciar que o trabalho com a Modelagem favorece a interdisciplinaridade.

As diferentes concepções de Modelagem apresentadas nesta pesquisa reforçam o que Araújo (2007, p. 17) coloca ter constatado em seu trabalho de doutorado⁴² quando, com o intuito de compreender a Modelagem em contextos de ensino e aprendizagem na Educação Matemática, realizou um levantamento de experiências tidas, por seus respectivos autores, como mediadas pela Modelagem, ao final do que “duas características se destacaram: a existência de uma multiplicidade de perspectivas de Modelagem Matemática e a transformação dessas perspectivas no contexto da Educação Matemática”.

Nesse sentido, esta pesquisa, após apresentar algumas concepções de Modelagem na Educação Matemática, concorda com Araújo (2007, p. 18) ao afirmar que as diferentes concepções têm como “objetivo comum a resolução de algum problema da realidade, por meio do uso de teorias e conceitos matemáticos”.

Especificamente em relação a como as diferenças identificadas nas concepções de Modelagem encontradas na literatura são estruturadas, a autora coloca:

[...] As diferenças se apresentam à medida que se define qual é o objetivo de resolver tal problema, qual é a realidade na qual o problema está inserido, como a matemática é concebida e se relaciona com essa realidade, etc... Uma hipótese [...] é que é na caracterização do, ou no entendimento que se dá ao, “problema da realidade” que vão se estabelecendo as diferentes perspectivas de Modelagem Matemática. Mas essa caracterização, no caso da Modelagem Matemática, acontece de forma atrelada àquela da Matemática, ou seja, o “problema da realidade” pode ser concebido como tal, levando-se em conta o que se entende por “Matemática” e as possibilidades da influência exercida pelo contexto educacional. (ARAÚJO, 2007, p. 18).

Essa citação remete à colocação de Chaves e Espírito Santo (2008) apresentada no início deste item, quando os autores explicitam a relevância, para o ensino da Matemática, de serem discutidas, refletidas e propostas diferentes concepções de Modelagem, buscando fornecer subsídios para o professor escolher, ou até mesmo estabelecer uma que venha ao encontro das necessidades do contexto escolar em que atua.

Contudo, é importante lembrar que Chaves e Espírito Santo (2008) perceberam que a escolha realizada por um professor está intimamente relacionada aos aspectos profissionais e pessoais.

Nesse sentido, essa pesquisa, após conhecer algumas concepções de Modelagem e ter como objetivo contribuir com a inserção da Modelagem como uma metodologia de ensino e

⁴² Tese defendida em 2002, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Rio Claro, SP.

aprendizagem, no âmbito dos anos iniciais e de acordo com as colocações de Chaves e Espírito Santo (2008) sobre a importância de o professor se identificar com uma delas, assume a de Burak (1992).

A escolha aqui assumida, além de levar em conta aspectos já apontados no parágrafo anterior, também ocorreu por perceber que a ação educativa, mediada pela Modelagem, segundo a concepção de Burak (1992), tem suas fronteiras estabelecidas nas Ciências Humanas. Nesse sentido, a Matemática é percebida como um componente importante para o estudante dos anos iniciais, uma vez que fornece as noções em que serão construídos os conceitos matemáticos e gradualmente todo o conhecimento matemático que esse estudante venha a desenvolver.

Outro aspecto, presente na concepção de Modelagem de Burak (1992), e que é importante estar presente, ao se trabalhar a Matemática com estudantes iniciais, envolve favorecer esses a perceberem que existe um fio condutor entre o conhecimento matemático, que está sendo construído em sala de aula, e as situações do dia a dia. Ao perceber a existência desse fio condutor o estudante passa a ver significado na Matemática.

2.3 MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METODOLOGIA DE ENSINO E APRENDIZAGEM NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

A Modelagem, como já explicitada no capítulo anterior, tem se revelado uma promissora metodologia de ensino nos vários níveis de ensino e em diferentes áreas do conhecimento (Matemática, Física, Biologia, Estatística, etc.).

Embora, sob distintas concepções, autores vislumbram as potencialidades pedagógicas dessa tendência metodológica da Educação Matemática e vêm desenvolvendo estudos que visam à inserção da Modelagem no dia a dia da sala de aula.

Um reflexo da importância desses estudos é a ampliação no número de pesquisas científicas que vêm sendo desenvolvidas, desde a década de 1980, envolvendo a temática Modelagem.

O aumento dessas pesquisas científicas abrange diferentes níveis de ensino e vem se estabelecendo de forma significativa no âmbito da Educação Básica, com mais evidência nos anos finais do EF e no Ensino Médio. Entretanto, esse fato não é percebido em relação aos anos iniciais. Estudos como os de Luna, Souza e Santiago (2009), Dias e Smith (2010) afirmam existir uma sensível carência de trabalhos relacionados à Modelagem, do 1.º ao 5.º anos do EF.

No que diz respeito especificamente ao trabalho com a Modelagem nos anos iniciais, Burak (1992) é considerado o precursor.

Em sua tese de doutorado, Burak (1992) apresenta atividades mediadas pela Modelagem, que foram desenvolvidas com estudantes dos anos iniciais, por professores participantes de cursos de especialização, ocorridos na UNICENTRO de Guarapuava, a partir de 1982, sob a orientação do referido pesquisador.

As atividades foram desenvolvidas em turmas de 2.^a a 4.^a séries do EF e contemplaram diferentes temáticas, como construção de uma horta na escola, pintura da sala de aula, arborização e paisagismo de ambientes, entre outros.

Algumas dessas atividades desenvolvidas serão analisadas no próximo capítulo. Entretanto, é importante destacar que o trabalho de Burak (1992) constata a possibilidade do trabalho com a Modelagem desde os anos iniciais da Educação Básica.

Caldeira (2007) também divulgou resultados de um trabalho envolvendo a Modelagem já nos anos iniciais. Conforme explicitado no item anterior, a pesquisa envolveu estudantes de 3.^a e 4.^a séries, de uma escola no interior de São Paulo. A temática escolhida pelos estudantes foi a execução de uma horta na escola.

Para os referidos autores, os trabalhos desenvolvidos favoreceram o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos de forma mais significativa para os estudantes.

Entretanto, segundo Luna, Souza e Santiago (2009), essa prática pedagógica ainda necessita de mais aprofundamentos.

Segundo Nacarato, Mengali e Passos (2009), a partir da década de 1980, um número significativo de estados brasileiros iniciaram a elaboração de propostas curriculares voltadas às suas especificidades, tanto para atender a demanda interna do país quanto para acompanhar o movimento de reforma educacional que vinha ocorrendo em âmbito internacional.

Para Dore (2006), essa ação, no âmbito educacional brasileiro, visando efetivar uma educação pública a partir de uma perspectiva mais socialista, não ocorreu ao acaso. Sua origem também está relacionada a todo um contexto histórico que envolvia o cenário político do Brasil, marcado pelo início da redemocratização do país em consequência do enfraquecimento e posterior fim do período da ditadura militar.

Nacarato, Mengali e Passos (2009, p. 16) abalizam que a maioria dos currículos de Matemática, elaborados a partir de 1980 no Brasil assim como em outros países, explicitam a existência de pontos de convergência e propostas inovadoras em se tratando do ensino dessa área do conhecimento. Especificamente, a respeito desses aspectos, citam “alfabetização

matemática; indícios de não linearidade do currículo; aprendizagem com significado; valorização da resolução de problemas; linguagem matemática, dentre outros”.

Os PCNs (BRASIL, 1997), ao abordarem o ensino e a aprendizagem da Matemática nos anos iniciais, procuram nortear o trabalho do professor em sala de aula, especificamente, para o primeiro ciclo do EF⁴³, que abrange do 1.º ao 3.º anos do ensino de nove anos.

Para tanto, orienta que esse trabalho favoreça a análise das hipóteses sugeridas pelos estudantes e estimule a socialização das diferentes estratégias empregadas na resolução de uma mesma situação-problema. Nesse ciclo, o professor deve estimular seus estudantes a ampliarem o vocabulário específico da Matemática, visando favorecer a compreensão de enunciados, nomenclaturas e procedimentos convencionais, sem prejuízo à valorização e instigação das possíveis hipóteses a serem elaboradas por eles.

Já em relação ao trabalho do professor com a Matemática no segundo ciclo do EF⁴⁴, os PCNs (BRASIL, 1997) apontam como uma característica importante a efetivação de atividades que possibilitem ao estudante avançar na elaboração de conceitos e processos matemáticos, uma vez que esse ciclo fundamenta a estrutura que abarca a continuidade do ensino e aprendizagem de novos conteúdos matemáticos. É importante que o professor do segundo ciclo do EF, ao trabalhar com a Matemática, propicie ao estudante a oportunidade de fortalecer sua autoconfiança frente a situações-problema, estimule a elaboração de estratégias pessoais para resolução de problemas, valorize as diferentes soluções que possam surgir e apresente procedimentos que advêm do desenvolvimento histórico do conhecimento matemático.

Machado (2006), ao abordar a Modelagem procurando fazer uma relação com os PCNs (BRASIL, 1997), coloca:

Um outro ponto importante em um ambiente com Modelagem Matemática, que está em total acordo com os PCNs, é o fato de os conteúdos trabalhados não obedecerem a um cronograma hierárquico rígido, sendo determinados pelo problema ou pelo interesse dos alunos, e nem sempre de acordo com o cronograma curricular. (MACHADO, 2006, p. 20).

Em relação a documentos oficiais de abrangência estadual, as Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Matemática do estado do Paraná, a Modelagem encontra-se no item que trata dos *encaminhamentos metodológicos*. A respeito dos diferentes encaminhamentos

⁴³ O primeiro ciclo do Ensino Fundamental com base no artigo 5.º da Lei n.º 11.274, promulgada em 6/2/2006, abrange do 1.º ao 3.º anos do ensino de nove anos.

⁴⁴ O segundo ciclo do Ensino Fundamental com base no artigo 5.º da Lei n.º 11.274, promulgada em 6/2/2006, abrange o 4.º e o 5.º anos do ensino de nove anos.

metodológicos apresentados, há, em Paraná (2008, p. 61), a colocação de que “são apresentadas considerações sobre as tendências metodológicas que compõem o campo de estudo da Educação Matemática, as quais têm grau de importância similar entre si e complementam-se umas às outras”.

Em relação especificamente à Modelagem, o referencial teórico utilizado, conforme indicado em Paraná (2008), abrange: *Barbosa (2001)*; *Bassanezi (2006)* e *Biembengut e Hein (2005)*, sendo que a Modelagem é assim apresentada:

A modelagem matemática tem como pressuposto a problematização de situações do cotidiano. Ao mesmo tempo em que propõe a valorização do aluno no contexto social, procura levantar problemas que sugerem questionamentos sobre situações de vida.

[...] Por meio da modelagem matemática, fenômenos diários, sejam eles físicos, biológicos e sociais, constituem elementos para análises críticas e compreensões Matemática diversas de mundo.

[...] O trabalho pedagógico com a modelagem matemática possibilita a intervenção do estudante nos problemas reais do meio social e cultural em que vive, por isso, contribui para sua formação crítica.

Partindo de uma situação prática e seus questionamentos, o aluno poderá encontrar modelos matemáticos que respondam essas questões.

[...] O modelo matemático buscado deverá ser compatível com o conhecimento do aluno, sem desconsiderar novas oportunidades de aprendizagem, para que ele possa sofisticar a matemática conhecida a priori. (PARANÁ, 2008, p. 64-65).

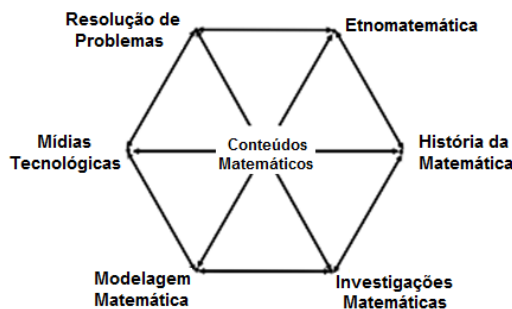
Ao final da apresentação das várias tendências metodológicas, há um item para tratar da necessidade de haver uma articulação entre as tendências apresentadas. Sobre esse fato, aponta que:

Nenhuma das tendências metodológicas apresentadas nestas Diretrizes esgota todas as possibilidades para realizar com eficácia o complexo processo de ensinar e aprender Matemática, por isso, sempre que possível, o ideal é promover a articulação entre elas.

[...] A abordagem dos conteúdos específicos pode, portanto, transitar por todas as tendências da Educação Matemática. (PARANÁ, 2008, p. 68).

Com o intuito de reforçar a necessidade de haver uma articulação entre as tendências metodológicas com vistas a favorecer a aprendizagem dos conteúdos matemáticos abordados, é utilizada uma figura que será apresentada a seguir por meio da Figura 5:

Figura 5 – Articulação entre as tendências metodológicas da Educação Matemática



Fonte: Paraná (2008, p. 68).

No que diz respeito a documentos oficiais de abrangência local, as Diretrizes Curriculares de Matemática para a Educação Municipal de Curitiba, elaboradas na perspectiva da Educação Matemática, fazem referência direta à metodologia da Modelagem e assim a apresentam:

Modelagem Matemática: consiste na análise de situações reais e significativas, a partir das quais são formuladas questões problematizadoras que possibilitam aos alunos fazer uma abordagem sob vários enfoques. Ao aplicar seus conhecimentos e experiências na busca de soluções, serão formulados modelos matemáticos. Posteriormente, avalia-se o resultado encontrado, segundo esse modelo, para validá-lo ou não. Incide na aplicação da Matemática formal em situações cotidianas que exijam criatividade, intuição e instrumental matemático. (CURITIBA, 2006, v. 3, p. 251).

A concepção de Modelagem, embora não esteja indicada explicitamente é a concepção de Bassanezi (2004), a qual já foi discutida no item anterior deste capítulo.

Frente ao que foi explicitado até o momento, não se pode esquecer que, ao concluir os anos iniciais e ingressar no 6.^o ano⁴⁵ do EF de nove anos, a maioria dos estudantes passa por uma ruptura na forma organizacional escolar. Sai de cena a figura do professor polivalente⁴⁶ ou também chamado de professor generalista para entrar o professor específico. O estudante passa a fazer parte de uma nova dinâmica de ensino e deve estar preparado para ela.

Segundo Freire (2005), preparar o estudante para situações reais de vida é função da escola desde o primeiro momento em que esse se integra a ela, assim como proporcionar ações que favoreçam efetivamente a sua aprendizagem e que transponham possíveis obstáculos que possam intervir no processo de ensino e aprendizagem.

⁴⁵ O 6.^o ano do ensino de nove anos corresponde à 5.^a série do ensino de oito anos do Ensino Fundamental.

⁴⁶ Termo que indica o professor que trabalha com turmas dos anos iniciais do Ensino Fundamental e da Educação Infantil, sendo o responsável por abordar o conteúdo de todas as disciplinas.

É com esse intuito que a presente pesquisa se volta para a Modelagem e procura delinear os contornos da relação existente entre essa e o ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos nos anos iniciais.

Com base nessas colocações a respeito da Modelagem, concorda-se com Burak (1992) ao colocar que essa tendência metodológica, quando voltada ao trabalho em sala de aula, possibilita um ensino e uma aprendizagem mais significativos da Matemática, uma vez que há mais envolvimento tanto do professor quanto do estudante. No entanto, esse envolvimento não ocorre de maneira artificial ou fora do contexto de sala de aula, pois o trabalho com a Modelagem propicia a articulação entre situações que se fazem presentes no ambiente escolar, como aquelas que ultrapassam os muros escolares.

A Modelagem nos anos iniciais possibilita, segundo Burak (1992), Caldeira (2007) e Chaves e Espírito Santo (2008) ao estudante perceber que ele está inserido em um mundo, com o qual interage permanentemente e é por meio dessa interação que a Matemática se constitui e adquire significado.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA, NATUREZA E DELINEAMENTO DA PESQUISA: ETAPAS E PROCEDIMENTOS

Neste capítulo, buscando parafrasear Kilpatrick (1996), foram *fincadas estacas* que sustentam, norteiam e delimitam as etapas e procedimentos da pesquisa realizada, com o propósito de levar o leitor perceber a relação existente entre os elementos que constituem o processo da investigação realizada.

Na sequência, são apresentadas as etapas e procedimentos que nortearam o trabalho de investigação.

3.1 A METODOLOGIA DA PESQUISA

A opção em desenvolver uma pesquisa predominantemente qualitativa se deve por essa se mostrar mais adequada aos objetivos desta investigação.

D'Ambrosio (2006, p. 19), ao se referir à pesquisa qualitativa, coloca:

[...] A pesquisa qualitativa é outra coisa. No meu entender, é o caminho para escapar da mesmice. Lida e dá atenção às pessoas e às suas ideias, procura fazer sentido de discursos e narrativas que estariam silenciosas. E a análise dos resultados permitirá propor os próximos passos.

Segundo Alves-Mazzotti & Gewandsznajder (2004), a pesquisa qualitativa possibilita a utilização de uma variedade de procedimentos e instrumentos de coleta de dados, visto que tem como característica ser multimetodológica.

Dessa forma, sendo esta pesquisa estruturada a partir de manifestações e relatos de experiências de professores, a pesquisa qualitativa se mostra a mais apropriada.

Definido o objeto de estudo, a fase seguinte pautou-se na escolha da metodologia mais adequada para proceder a coleta sistemática dos dados, que, por se tratar de uma pesquisa qualitativa, concorda com Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004, p. 162), que percebem que “a análise e a interpretação dos dados vão sendo feitas de forma interativa com a coleta, acompanhando todo o processo de investigação”.

Segundo Fiorentini e Lorenzato (2007, p. 102), há várias formas de coletar informações em uma pesquisa qualitativa. A coleta pode ser obtida por instrumentos mais dirigidos, “como questionários e entrevistas com questões fechadas”, bem como por aqueles mais abertos, por exemplo, “entrevistas abertas e observação participante ou etnográfica”.

Para esses autores, qualquer técnica escolhida para a coleta dos dados tem suas vantagens e desvantagens. Portanto, o pesquisador, com o intuito de ser o mais fidedigno possível em relação aos dados obtidos, pode considerar conveniente utilizar mais de uma técnica para a obtenção dos dados.

Alves-Mazzoti e Gewandsznajder (2004, p. 163) explicitam que a pesquisa qualitativa é caracteristicamente multimetodológica, isto é, usa “uma grande variedade de procedimentos e instrumentos de coleta de dados”. Nesse sentido, o presente trabalho decorre de seis momentos distintos de estudo, que serão detalhadamente apresentados no próximo item deste capítulo, que trata das etapas e procedimentos.

Esses momentos de estudo foram constituídos visando ao objetivo geral desta pesquisa, que é contribuir com a inserção da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais.

Diante das constatações apontadas pela análise das avaliações dos cursos de formação em serviço, foi necessário reestruturar o processo de investigação com o intuito de conhecer o que se tem realizado em Modelagem especificamente para os anos iniciais.

Vários questionamentos levaram a esse novo foco de pesquisa. Entre eles: 1) Haveria realmente trabalhos acadêmicos desenvolvidos especificamente nos anos iniciais, tendo como metodologia de ensino e aprendizagem a Modelagem? 2) Seria o trabalho com a Modelagem uma opção metodológica viável para os anos iniciais?

A partir desse ponto, teve início um levantamento de trabalhos acadêmicos realizados que envolvessem atividades da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem voltada aos anos iniciais.

Ao iniciar esse levantamento, foi possível constatar o número reduzido de trabalhos publicados que atendiam especificamente aos interesses desta pesquisa, ou seja, trabalhos que apresentassem atividades realizadas com estudantes dos anos iniciais e que tivessem como fio condutor metodológico a Modelagem.

É importante colocar a relevância dessa análise uma vez que tem por objetivos:

- Conhecer trabalhos voltados aos anos iniciais que utilizaram como metodologia de ensino e aprendizagem a Modelagem.
- Identificar, depois de concluído o item anterior, possíveis desencontros entre os dados obtidos, por meio das referidas fichas de avaliação, e o estudo realizado em trabalhos que utilizaram a Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem, nos anos iniciais.

O fato de ser professora da RME favoreceu o que Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004, p. 160) identificam como “fase de negociação para obter acesso ao campo”, a qual, em uma investigação focalizada, precede a pesquisa exploratória. Uma vez conhecendo as exigências da SME para autorizar a realização de investigações com dados provenientes de suas ações, todos os documentos necessários para a formalização dos pedidos de obtenção de dados foram antecipadamente providenciados, possibilitando uma otimização do tempo destinado à pesquisa.

As colocações apresentadas anteriormente buscaram justificar a escolha pela efetivação de uma pesquisa predominantemente qualitativa. Portanto, no próximo item, serão apresentados procedimentos e etapas que permearam a efetivação deste trabalho.

3.2 ETAPAS E PROCEDIMENTOS

Este item apresenta as etapas e os procedimentos da pesquisa que constituíram seis momentos distintos de estudo, porém, todos interligados, visando contribuir com a inserção da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito dos anos iniciais.

O primeiro momento envolveu o levantamento de cursos de formação em serviço, ofertados pela SME nos últimos anos, especificamente voltados ao trabalho com a Modelagem nos anos iniciais. Essa ação encontrou dois cursos de formação em serviço que vinham ao encontro do interesse da pesquisa. A definição desses cursos possibilitou estabelecer a definição dos seus possíveis participantes.

As informações referentes aos possíveis participantes da pesquisa foram obtidas na Gerência de Capacitação da SME, responsável por gerenciar toda a logística que envolve a oferta de um curso aos profissionais da RME. Essas informações foram disponibilizadas por meio de um relatório próprio do setor, constando o nome dos participantes e a escola de atuação no momento em que realizaram o curso.

A identificação da escola de atuação, no momento do curso de formação em serviço, possibilitou o contato via telefone, com esses profissionais e consequentemente a efetivação do segundo momento, que buscou, por meio de uma pesquisa exploratória: 1) Conhecer os possíveis participantes da pesquisa⁴⁷; 2) Apresentar em linhas gerais o trabalho de investigação que estava sendo delineado; 3) Conhecer o grau de interesse em participarem de

⁴⁷ Os possíveis participantes da pesquisa eram professores da RME, que, atuando com estudantes dos anos iniciais, participaram de curso de formação em serviço ofertado pela SME, envolvendo o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos, segundo uma perspectiva de Modelagem no âmbito da Educação Matemática.

um novo curso de Modelagem; 4) Obter elementos para subsidiar a continuidade da investigação.

O terceiro momento, delineado na elaboração do projeto de pesquisa e complementado em função dos resultados obtidos por meio da pesquisa exploratória realizada na etapa anterior, envolveu a elaboração de um questionário⁴⁸ composto por dez questões abertas. Esse questionário foi disponibilizado aos professores, que, no contato telefônico realizado, não se opuseram em ter acesso ao referido instrumento.

As questões que compunham o questionário foram elaboradas de modo que possibilitassem, por meio das manifestações explicitadas, conhecer os participantes, compreender possíveis interações dos cursos de formação em serviço e a adoção da Modelagem enquanto metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais, bem como responder às seguintes questões de pesquisa: 1) Que contribuições a Modelagem pode oferecer ao ensino da Matemática no âmbito dos anos iniciais?; 2) Qual perspectiva de uso da Modelagem nos anos iniciais os professores explicitam?; 3) Que aspectos da utilização da Modelagem, enquanto metodologia de ensino, são considerados facilitadores e/ou obstáculos do processo de ensino e aprendizagem nos anos iniciais?

As respostas a esses questionamentos forneceriam subsídios para a elaboração de um curso de formação em serviço voltado ao trabalho com a Modelagem, de acordo com a perspectiva assumida nesta pesquisa, ou seja, a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais.

Esse curso de formação em serviço havia sido pensado para professores que já tivessem passado por uma formação em serviço envolvendo a Modelagem. O motivo dessa opção tinha como pano de fundo o interesse em, a partir de conhecimentos prévios em relação à Modelagem, possibilitar discussões a respeito da sua utilização em contexto de aula com estudantes dos anos iniciais, buscando situar o desenvolvimento do curso de acordo com a visão de Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem.

A preferência por esse tipo de instrumento, um questionário composto por questões abertas, deve-se ao fato de este possibilitar a livre expressão do entrevistado.

O instrumento foi enviado para o e-mail pessoal de cada um dos possíveis participantes, que, no momento da pesquisa exploratória, não se opuseram à realização do respectivo procedimento.

⁴⁸ Anexo A.

O e-mail, para o qual foi enviado o referido questionário, é o que a Prefeitura Municipal de Curitiba disponibiliza a seus funcionários, por meio do Instituto Curitiba de Informática (ICI).

A escolha do e-mail gerenciado pelo ICI se deu após a constatação de que todos os possíveis participantes da pesquisa estavam cadastrados nele. Esse cadastro possibilita ao usuário digitar apenas algumas letras do nome de quem irá receber a mensagem para que o respectivo endereço eletrônico seja identificado e apareça no item *enviar para*, minimizando problemas referentes à escrita incorreta de endereços eletrônicos.

Disponibilizar o questionário também no ambiente virtual visava garantir, além de outra possibilidade de acesso ao questionário, sigilo quanto à identificação do participante, uma vez que alguns dos professores, quando contatados, mostraram preocupação nesse sentido.

A “resistência” demonstrada pelos professores em participar do trabalho de investigação, que primeiramente causou um sentimento de frustração, logo em seguida foi motivação para a continuidade da pesquisa e suscitou a utilização das fichas de avaliação dos referidos cursos como fonte de coleta de dados. Sendo assim, o interesse em contribuir com a inserção da Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito dos anos iniciais não foi abandonado.

A percepção da atitude de “resistência” por parte de alguns professores apontada no parágrafo anterior deve-se principalmente a dois fatos vivenciados no decorrer do trabalho: 1) Recusa explícita em participar da pesquisa, demonstrada por alguns professores já no primeiro contato; 2) Não devolução do questionário respondido, enviado aos professores que, no primeiro contato, não se opuseram em recebê-lo.

Nesse momento da pesquisa, foram fundamentais autores como Fiorentini e Lorenzato (2007) e Bogdan e Biklen (1994), que reforçam a necessidade de o pesquisador estar atento para, frente a situações e/ou dados explicitados no decorrer de um trabalho, ajustar a direção da pesquisa, assim como, se necessário, a sua questão investigativa.

A partir das colocações explicitadas anteriormente foi estabelecido o quarto momento desta pesquisa, constituído pela análise documental de fichas de avaliação⁴⁹ de dois cursos de formação em serviço, ofertados pela SME.

Sobre os cursos de formação em serviço que tiveram suas fichas de avaliação analisadas nesta pesquisa, é importante ressaltar que ambos foram estruturados seguindo um

⁴⁹ Importante pontuar que essas fichas de avaliação foram preenchidas voluntariamente por cursistas concluintes de cada um dos referidos cursos de formação em serviço.

mesmo padrão. A carga horária total de cada um era de 24 horas, sendo 20 horas presenciais e 4 horas à distância. A carga horária à distância era destinada para que os cursistas realizassem leituras complementares indicadas e/ou desenvolvessem uma atividade em aula com os estudantes envolvendo a temática do curso, ou seja, a Modelagem.

Nesse sentido, recorreu-se ao que Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004) chamam de análise de documentos.

Considera-se como documentos qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação. [...] podem nos dizer muita coisa sobre os princípios e normas que regem o comportamento de um grupo [...] também podem ser muito úteis para a compreensão de um processo ainda em curso ou para a reconstituição de uma situação passada. [...]

A análise de documentos pode ser a única fonte de dados [...] ou pode ser combinada com outras técnicas de coleta, o que ocorre com mais frequência. Nesses casos, ela pode ser usada, tanto como uma técnica exploratória [...], como para “checagem” ou complementação dos dados obtidos por meio de outras técnicas. (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 2004, p. 169).

Nessa etapa, os documentos disponíveis para análise eram 48 fichas de avaliação, referentes aos dois cursos de formação em serviço definidos no primeiro momento desta pesquisa para identificação de possíveis participantes. Dessas fichas, 29 eram relativas especificamente a um dos dois cursos de formação em serviço e as 19 restantes, ao outro.

Essa análise documental buscou identificar possíveis interações entre a participação de professores em curso de Modelagem e a adoção dessa como metodologia de ensino e aprendizagem, no caso desta pesquisa, no âmbito dos anos iniciais, assim como indicativos da possível atitude de “resistência”, demonstrada por alguns desses professores em participar.

É necessário pontuar que essa ficha de avaliação é uma ficha-padrão utilizada pela SME, para avaliar os cursos por ela propostos e disponibilizada aos participantes no último encontro presencial. Embora as questões que compõem a ficha de avaliação possam sugerir possíveis fragilidades do instrumento, não se pode deixar de pontuar que elas foram elaboradas para atender objetivos específicos da Gerência de Capacitação da SME, no que diz respeito à avaliação dos cursos ofertados pelo referido órgão e, portanto, não serão aqui objeto de estudo.

O quinto momento desta pesquisa também se constituiu uma análise documental. Os documentos analisados foram monografias⁵⁰, realizadas por discentes do curso de especialização da UNICENTRO – Guarapuava/ PR, no período compreendido entre 1990 e 2001. O critério estabelecido para a escolha desses trabalhos é que eles deveriam vir ao

⁵⁰ Conforme especificado no Quadro 2, apresentado na página 73.

encontro do interesse desta pesquisa, ou seja, apresentar uma atividade pedagógica, desenvolvida no contexto de aula, tendo a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem, no âmbito dos anos iniciais.

Esse momento de análise dos trabalhos procurou aproximar a teoria, que percebe a Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem adequada aos anos iniciais, com a prática pedagógica que permeia o trabalho do professor.

Ao especificar o sexto momento da pesquisa, é necessário pontuar algumas situações que desencadearam a sua efetivação.

Antes de finalizar a pesquisa, um professor que havia recebido o questionário queria saber se ainda havia interesse que tal instrumento fosse respondido, visto o tempo que já havia se passado desde o momento em que ele foi disponibilizado aos interessados.

Considerando o andamento da pesquisa e a dificuldade em sensibilizar os professores a participarem dela, o material não poderia ser recusado. De alguma forma, teria que ser contemplado. Sendo assim, um primeiro questionário respondido chegou para compor o presente trabalho.

Esse fato gerou expectativas de que talvez um novo contato com os professores pudesse ter um resultado mais positivo.

Nesse sentido, 32 professores que se mostraram mais receptivos à pesquisa no primeiro contato foram novamente contatados, agora, via e-mail, para saber da disponibilidade de responder ao instrumento de pesquisa. Nessa nova abordagem, nenhum deles se mostrou contrário a participar da pesquisa, sendo que 28 alegaram não ter respondido anteriormente por falta de tempo e por considerar que, devido à demora em responder, não haveria mais interesse na coleta dos dados.

Em um intervalo de 19 dias, desde que o questionário fora reenviado, nove retornaram respondidos.

Embora o questionário tenha sido elaborado visando nortear os próximos passos da pesquisa, entre eles, a possível oferta de um curso de formação em serviço em nível de aprofundamento, focando a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem para os anos iniciais, as manifestações explicitadas nesses nove questionários que retornaram não poderiam deixar de compor o *corpus* desta pesquisa.

Nesse sentido a análise documental desses nove questionários possibilitou a efetivação do sexto momento da pesquisa.

Tendo procurado situar o leitor em relação às etapas e procedimentos que se fizeram presentes e necessários a efetivação desta pesquisa, o próximo item apresenta as especificidades que envolveram a coleta dos dados, bem como a metodologia que norteou o tratamento dos dados obtidos.

3.3 COLETA E METODOLOGIA NO TRATAMENTO DOS DADOS

O delineamento de pesquisa, na perspectiva de captar os significados das manifestações presentes nos documentos⁵¹ analisados, conforme explicitado anteriormente, pauta-se nos princípios da pesquisa qualitativa. O tratamento dos dados segue as orientações propostas nos trabalhos de Bogdan e Biklen (1994).

Os elementos que compõem o *corpus* para análise são: 1) Manifestações de professores explicitadas a partir do preenchimento da ficha de avaliação dos referidos cursos de formação em serviço; 2) Trabalhos acadêmicos, desenvolvidos em cursos de pós-graduação por discentes desses cursos, que abrangessem atividades pedagógicas desenvolvidas no contexto de aula, com estudantes dos anos iniciais, tendo a Modelagem como metodologia norteadora do processo de ensino e de aprendizagem de conteúdos matemáticos; 3) Manifestações de professores explicitadas nas respostas às questões do questionário⁵².

Com relação aos dados obtidos por meio das fichas de avaliação, é importante destacar que, dos 73 profissionais que concluíram um dos cursos de formação continuada, somente 48 fichas de avaliação foram entregues preenchidas, contudo, somente 26 dessas foram respondidas em sua totalidade.

Das sete questões que compõem a ficha de avaliação⁵³, somente a questão 6 foi objeto de análise neste trabalho. Essa decisão deu-se em função de ser ela a única que solicitava que fosse justificado o motivo da escolha por um dos itens apresentados. A questão 7 não compõe o corpo das análises, uma vez que os comentários explicitados pelos participantes não focaram aspectos pedagógicos, somente administrativos, como número de faltas, certificação, entre outros.

Como a resposta da questão analisada nesta pesquisa compreendia assinalar uma das quatro opções indicadas no instrumento de avaliação (a saber: ruim, regular, bom ou ótimo) e

⁵¹ Os documentos analisados foram as fichas de avaliação e os trabalhos acadêmicos.

⁴⁵ Ver Anexo A.

⁵³ Ver Anexo B.

justificar o motivo da escolha pela opção assinalada, as respostas foram separadas e quantificadas por meio da opção assinalada. Entretanto, o número de incidência de cada uma das opções nem sempre coincide com o de justificativas elencadas, uma vez que nem todos os participantes que preencheram a ficha de avaliação justificaram o motivo da escolha por um dos quatro itens apresentados.

Concluída a primeira fase de separação e quantificação, passou-se para a análise das justificativas. Essa fase teve como aporte teórico contribuições de diferentes autores da Educação e da Educação Matemática, vista a abrangência das manifestações explicitadas.

Com relação aos trabalhos acadêmicos analisados, inicialmente, foi efetivada uma pesquisa exploratória, que buscou identificar o número de trabalhos que atendiam aos interesses desta pesquisa, ou seja, apresentavam detalhadamente atividades desenvolvidas com estudantes dos anos iniciais, mediados pela Modelagem, quando percebida como metodologia de ensino e aprendizagem.

A pesquisa realizada comprovou o que outros autores já, há algum tempo, vêm pontuando a respeito da escassez de trabalhos que relatam experiências práticas envolvendo a Modelagem, especificamente, voltadas aos anos iniciais.

A respeito desse fato, Machado (2009) escreve:

São inúmeras as experiências com Modelagem Matemática relatadas na literatura atual. No entanto, pouquíssimos são os trabalhos que tratam deste tema relacionando-o com a sua implementação dentro de uma perspectiva voltada para a educação infantil (1.º e 2.º ciclos).

De fato, a inserção da Modelagem neste nível de ensino não é uma tarefa fácil, pois a distância entre teoria e prática ainda é uma constante nas discussões estabelecidas. Agrega-se a esta problemática o fato de que a história da Modelagem Matemática ainda é recente em nosso país, pois somente nas décadas de 70/80 é que encontramos algumas tentativas de discussões desta temática. (MACHADO, 2009, p. 3).

Por outro lado, durante a pesquisa de trabalhos voltados à utilização da Modelagem no âmbito dos anos iniciais, constatou-se que o material disponível para acesso, em ambiente digital, na maioria das vezes, não está apresentado em sua totalidade, sendo o acesso restrito a partes dos trabalhos, geralmente, aos resumos.

Diante dessa situação, optou-se por recorrer ao acervo particular do Professor Dionísio Burak. Esse fato foi motivado por três aspectos principais: 1) Desde 1983, o Professor Dionísio Burak vem pesquisando a Modelagem na Educação Básica; 2) O acervo particular contempla trabalhos acadêmicos que, a partir de uma visão de Modelagem, apresentam atividades práticas desenvolvidas no contexto de aula com estudantes dos anos

iniciais; 3) Os trabalhos estão disponíveis, para consulta e empréstimo, em sua totalidade e não apenas partes e/ou resumos.

De posse dos materiais para análise, foi realizada uma leitura desses, com o objetivo de conhecer cada trabalho em sua totalidade. Em seguida, foi realizado um resumo de todos eles, visando possibilitar ao leitor conhecer de maneira mais abrangente cada um deles.

Concluídas as fases anteriores e tendo como aporte teórico o trabalho de Bardin (2011), foi utilizado o método da análise de conteúdo para realização das aproximações entre os trabalhos analisados.

Segundo Bardin (2011), o método da análise de conteúdo se estrutura por meio da organização da análise, da codificação, da categorização e da inferência.

Os trabalhos escolhidos para serem analisados, por atenderem ao critério já estabelecido (apresentar uma atividade pedagógica desenvolvida no contexto de aula, tendo a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito dos anos iniciais) estão indicados no Quadro 2 que segue.

Quadro 2 – Trabalhos acadêmicos analisados

AUTOR	ANO	MODALIDADE	TÍTULO
SANTOS, M. E. P.	1990	Monografia	Modelagem matemática, uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 4.ª série do 1.º grau
RAIMUNDINI, S. M.	1990	Monografia	Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de 3.ª e 4.ª série do 1.º grau
STEINBACH, A. E. H.	2000	Monografia	Pecuária leiteira: um estudo mediado pela modelagem matemática
BRAUTIGAM, V. L. L.	2001	Monografia	Modelagem matemática: construindo a interdisciplinaridade

Fonte: A autora.

Caso haja interesse em conhecer um pouco mais os trabalhos analisados, uma breve descrição desses compõe o Anexo D desta pesquisa.

A opção pela apresentação da descrição de cada um dos trabalhos identificados no Quadro 2, além de atender aos interesses da pesquisa busca conhecer como professores,

apesar da insegurança inicial, conduziram uma ação pedagógica mediada pela Modelagem, com estudantes dos anos iniciais.

Sendo assim, as descrições apresentadas constituem um material que pode vir a auxiliar professores, pesquisadores, acadêmicos e/ou outros interessados em conhecer atividades práticas, desenvolvidas com estudantes dos anos iniciais, a partir de uma visão de Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem.

Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004, p. 145) colocam que é importante situar o objeto da pesquisa dentro de outras pesquisas, uma vez que o conhecimento científico é resultante de um processo de construção coletiva. Tendo como pano de fundo essa citação, a análise dos trabalhos procurou evidenciar o quanto o trabalho com a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem, há muito tempo, vem sendo discutido no meio acadêmico.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Neste capítulo, são apresentadas as análises e interpretações dos dados coletados no decorrer deste trabalho. Os instrumentos utilizados para a efetivação dessa coleta de dados foram apresentados no capítulo 3.

A fase de análise dos dados teve como aporte teórico os trabalhos de Bogdan e Biklen (1994) e Bardin (2011).

As interpretações dos dados analisados foram fundamentadas com contribuições de autores da Educação e da Educação Matemática.

Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004, p. 160) colocam que “tanto a formação intelectual do pesquisador quanto suas experiências pessoais e profissionais relacionadas ao contexto e aos sujeitos introduzem vieses na interpretação dos fenômenos observados”.

Nesse sentido, uma preocupação com a imparcialidade esteve sempre presente em todos os momentos, envolvendo a interpretação dos dados.

4.1 AS FICHAS DE AVALIAÇÃO DOS CURSOS DE FORMAÇÃO EM SERVIÇO

O primeiro curso de formação em serviço, um dos focos de estudo desta pesquisa, contou com um total de 72 inscritos, distribuídos em 4 turmas: turma 1, turma 2, turma 3 e turma 4, cada uma com respectivamente 20, 21, 14 e 17 inscritos. Do total de inscritos, 10 foram categorizados como desistentes, não compareceram a nenhum dos encontros; 23 como não concluintes, sendo que, desses, 11 desistiram após o primeiro encontro e 12 entre o segundo e quarto encontro. Concluíram o curso 39 participantes, sendo que, desses, 26 tiveram 100% de frequência.

O segundo curso, também foco de estudo desta pesquisa, totalizou 52 inscritos, distribuídos em três turmas: turma 1, turma 2 e turma 3, com respectivamente 18, 22 e 12 inscritos. Do total de inscritos, 6 cursistas foram considerados desistentes por não comparecerem a nenhum dos encontros; 12 como não concluintes, sendo que, desses, 7 desistiram após o primeiro encontro e 5 entre o segundo e o quarto encontro. Concluíram o curso 34 participantes, sendo que, desses, 11 faltaram em um dos encontros e 23 tiveram 100% de frequência.

As manifestações analisadas são referentes à questão 6 da ficha de avaliação⁵⁴, que, com o objetivo de favorecer a leitura deste trabalho, é reproduzida a seguir:

A possibilidade de aplicação dos conteúdos apreendidos no seu trabalho é:
() ruim; () regular; () bom; () ótimo. Justifique.

Essa questão foi respondida por 48 cursistas, sendo que, apenas, 26 desses responderam conforme solicitado, assinalando um dos itens e justificando a escolha.

Das 26 fichas de avaliação que apresentavam a justificativa para o item escolhido (ruim, regular, bom e ótimo), 16 delas eram referentes ao primeiro curso analisado (C1)⁵⁵ e 10 ao segundo curso analisado (C2)⁵⁶.

Buscando favorecer a quantificação das recorrências de cada um dos quatro itens presentes na questão, foco de análise, esses foram agrupados com seus respectivos comentários em 4 quadros, sendo um quadro para cada item.

Cada quadro contém duas colunas: a primeira faz referência ao material analisado e, a segunda, à respectiva justificativa dada em função do item assinalado.

Procurando relacionar a ficha analisada com o respectivo curso de formação em serviço à qual se refere, C1 ou C2, fez-se necessário o estabelecimento de alguns códigos que também identificam o documento analisado. Por exemplo: O código F1.C1 corresponde à ficha 1, que se refere ao curso C1.

É importante pontuar que, dos dois cursos de formação em serviço escolhidos para identificação dos prováveis participantes da pesquisa, 26 fichas apresentaram a questão 6 respondida de acordo com o que era solicitado, ou seja, tiveram um dos quatro itens propostos assinalados e justificados.

Os quadros elaborados estão apresentados a seguir:

a) Ruim

Quadro 3 – Recorrência do item **ruim**, por curso, e justificativas

(continua)

Código do material	Justificativa
F1.C1	<i>Falta embasamento teórico, da minha parte, para trabalhar com a modelagem matemática. Talvez no futuro...</i>
F2. C1	<i>Minha turma é muito agitada.</i>
F3. C1	<i>Não consegui trabalhar com a proposta apresentada no curso. A turma não entendeu como aula, mas sim como uma brincadeira.</i>

⁵⁴ Anexo A.

⁵⁵ Buscando uma melhor fluência do texto, a partir deste momento, quando for feita referência ao primeiro curso analisado, será utilizado o código C1.

⁵⁶ Buscando uma melhor fluência do texto, a partir deste momento, quando for feita referência ao segundo curso analisado, será utilizado o código C2.

(conclusão)

F4.C1	<i>Não possibilita a aplicação em sala de aula.</i>
F5.C1	<i>Não há uma sequência didática coerente.</i>
F6.C2	<i>É fora da realidade dos alunos.</i>
F7.C2	<i>Com alunos maiores, pode ser que funcione.</i>
F8.C2	<i>A turma fica muito agitada e não entende o que é para fazer.</i>

Fonte: A autora.

Observação:

- 15 cursistas não justificaram a opção pelo referido item, sendo 9 do C1 e 6 do C2.

b) Regular

Quadro 4 – Recorrência do item **regular**, por curso, e justificativas

Código do material	Justificativa
F9.C1	<i>A quantidade de conteúdos matemáticos a serem vencidos no decorrer do ano letivo é muito extensa e não me sinto preparada para trabalhar com o tema Modelagem Matemática.</i>
F10.C1	<i>Realmente não vi como algo que possa ser utilizado no dia a dia da sala de aula.</i>
F11.C1	<i>A confecção de um modelo, com os alunos menores, é bem complicada.</i>
F12.C1	<i>As crianças são muito pequenas para entender a proposta.</i>
F13.C1	<i>Toma muito tempo da aula.</i>
F14.C2	<i>Não há controle sobre o que vai ser trabalhado.</i>
F15.C2	<i>Gera muita insegurança.</i>

Fonte: A autora.

Observação:

- 6 cursistas não justificaram a opção pelo referido item, sendo 3 do C1 e 3 do C2.

c) Bom

Quadro 5 – Recorrência do item **bom**, por curso, e justificativas

Código do material	Justificativa
F16.C1	<i>Posso dizer que é bom, pois os alunos ficam mais motivados, mas não estou preparada para trabalhar a Modelagem Matemática.</i>
F17.C1	<i>Envolve toda a turma.</i>
F18.C1	<i>Proposta interessante, mas um pouco difícil de ser compreendida em um curso de 24 horas.</i>
F19.C1	<i>Os alunos mostram interesse, porém, ao aparecerem dúvidas, desanimam facilmente.</i>
F20.C1	<i>É um trabalho a ser assumido desde o ciclo I, para os estudantes perceberem a dinâmica da proposta.</i>
F21.C2	<i>A turma deve estar acostumada a trabalhar em grupo.</i>
F22.C2	<i>Os alunos gostam de ser desafiados.</i>

Fonte: A autora.

Observação:

- 1 cursista do C1 não justificou sua opção pelo referido item.

d) Ótimo

Quadro 6 – Recorrência do item **ótimo**, por curso, e justificativas

Código do material	Justificativa
F23.C1	<i>O trabalho interdisciplinar aparece naturalmente.</i>
F24.C2	<i>Os alunos buscam estratégias para resolver os problemas que surgem no decorrer do trabalho.</i>
F25.C2	<i>Os alunos mostram mais interesse nas aulas.</i>
F26.C2	<i>Desenvolve a criatividade dos alunos.</i>

Fonte: A autora.

Observação:

- Nenhum cursista que assinalou o referido item deixou de justificar sua opção.

Em relação especificamente aos cursos que foram objeto de avaliação das referidas fichas, alguns dados obtidos sinalizam questões importantes a serem consideradas.

No que diz respeito à relação entre inscritos e concluintes, tem-se que, no C1, dos 72 inscritos, 39 o concluíram, totalizando aproximadamente 54% de concluintes. No C2, dos 52 inscritos, 34 o concluíram, totalizando aproximadamente 65% de concluintes.

Especificamente ao encaminhamento dos cursos, os dois tinham como objetivo trabalhar a Modelagem com professores dos anos iniciais.

O que diz respeito ao interesse pelo tema, nenhum dos cursistas que participou do primeiro curso participou do segundo curso analisado, embora os cursos não tenham ocorrido no mesmo ano.

Em relação aos docentes dos cursos, sabe-se que o docente do C1 não foi o mesmo que o do C2.

4.2 OS TRABALHOS ANALISADOS

Da descrição dos trabalhos sobre a Modelagem, surgiram vários pontos a serem analisados e que são apresentados a seguir.

Os trabalhos analisados contemplam as cinco etapas sugeridas por Burak (1992, 2004): 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema; 5) análise crítica da(s) solução(ões).

A decisão de trabalhar com a Modelagem no contexto de sala de aula vem ao encontro da colocação de Chaves e Espírito Santo (2008), quando explicitam a importância de não se ter uma visão reducionista a respeito da Modelagem. Para esses autores, essa visão

reducionista ocorre quando o professor percebe a Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem possível de ser efetivada apenas em momentos especiais do contexto escolar, como feira de Ciências, apresentações culturais, entre outros, ou seja, uma concepção de Modelagem associada, quase que exclusivamente, à metodologia de projetos.

O desenvolvimento dos trabalhos de Santos (1990), Raimundini (1990) e Brautigam (2001) favorece a visualização da Modelagem, como uma metodologia de ensino e aprendizagem, possível de ser inserida no contexto escolar, desde os anos iniciais. Nesse sentido, vem ao encontro do que os autores Burak (1992) e Caldeira (2007) evidenciam em seus respectivos estudos.

Tendo como fio condutor os dois parágrafos anteriores, o trabalho de Steinbach (2000) vem no sentido inverso do que foi colocado, uma vez que esse não ocorre diretamente no contexto da sala de aula, mas como uma atividade extracurricular. O motivo por essa opção não é explicado pela autora no decorrer do trabalho, sendo assim, não possibilita uma análise mais aprofundada do fato.

Nos quatro trabalhos analisados, a escolha do tema a ser abordado partiu dos estudantes. Esse fato explicita uma aproximação com a concepção de Modelagem de Burak (1992) e de Caldeira (2005).

Importante pontuar que os estudantes escolheram o tema utilizado como pano de fundo para o desenvolvimento da ação pedagógica do professor em sala. O planejamento dos conteúdos matemáticos, bem como a profundidade com que eles seriam trabalhados ficou sobre responsabilidade do professor. Esse fato é importante ser comentado, pois, no decorrer da pesquisa, por meio das análises das manifestações dos professores (fichas de avaliação e respostas às questões do questionário) pode-se observar que alguns deles se mostram resistentes a proposta da Modelagem por perceberem, de forma equivocada, não haver, por parte do professor, nenhum controle sobre os conteúdos abordados no desenvolvimento do trabalho.

Segundo Burak (1992) e Caldeira (2005), oportunizar que os estudantes escolham o tema a ser trabalhado favorece que esses superem possíveis obstáculos presentes na aprendizagem de determinados conteúdos matemáticos. Para os referidos autores, essa atitude do professor também propicia que o estudante se torne corresponsável por sua aprendizagem, favorece que ele venha a estabelecer uma relação mais próxima com o professor, com os colegas e com o conhecimento matemático.

Para Burak (1992), essa postura do professor possibilita que o estudante perceba significado no conteúdo que está sendo trabalhado em sala de aula, desenvolva o seu senso crítico e a capacidade de tomar decisões, características imprescindíveis às pessoas na sociedade atual.

Evidenciando a importância dessa postura do professor, em propiciar que o estudante seja coparticipante no processo de ensino e aprendizagem, buscando favorecer o desenvolvimento de sua consciência crítica, para estabelecer relação com a sociedade em que está inserido, Freire (1981, p. 32) coloca:

Um educador que restringe os educandos a um plano pessoal impede-os de criar. Muitos acham que o aluno deve repetir o que o professor diz na classe. Isso significa tomar o sujeito como instrumento. O desenvolvimento de uma consciência crítica que permite ao homem transformar a realidade se faz cada vez mais urgente. Na medida em que os homens, dentro de sua sociedade, vão respondendo aos desafios do mundo, vão temporalizando os espaços geográficos e vão fazendo história pela sua própria atividade criadora.

Em Santos (1990), a ideia de pintar a escola se deve à influência de um elemento presente no cotidiano dos estudantes, que, nesse caso, foi um programa de televisão. No trabalho de Brautigam (2001), a escolha do tema gato ocorreu em virtude de uma pesquisa exploratória identificar ser esse o bicho de estimação mais comum entre os estudantes da turma. Nos trabalhos de Raimundini (1990) e Steinbach (2000), a influência do meio aparece de maneira marcante. O interesse por um tema relacionado ao plantio de café e outro envolvendo pecuária leiteira se deve ao fato de a maioria dos estudantes serem filhos de agricultores e produtores das respectivas localidades em que os trabalhos foram desenvolvidos.

Para D'Ambrosio (1990), o estudante sente-se respeitado quando o professor valoriza a sua origem. Sobre esse fato, ele coloca:

Cada grupo cultural tem suas maneiras próprias de matematizar a realidade. Não há como ignorar isso e não respeitar essas particularidades quando do ingresso da criança na escola. Todo passado cultural do estudante deve ser respeitado, dando-lhe confiança no seu próprio conhecimento e dando-lhe, também, uma certa dignidade cultural ao ver suas origens sendo aceitas pelo professor. (D'AMBROSIO, 1990, p. 27).

Sendo assim, quando o professor propicia que a realidade cultural e social dos estudantes se faça presente no contexto da sala de aula, favorece o diálogo com o estudante, fato indispensável na ação de educar. Fato reforçado por Freire (2005), quando o autor afirma que o ato de educar se constrói por meio do diálogo.

4.3 O QUESTIONÁRIO

As manifestações explicitadas por meio do questionário, instrumento elaborado com o objetivo de conhecer os possíveis participantes da pesquisa e nortear o direcionamento do trabalho de investigação, embora tenham retornado quando a pesquisa já havia sido reestruturada, conforme especificado no capítulo três, constituem parte importante deste trabalho uma vez que reforçam aspectos levantados por meio da análise das fichas de avaliação, assim como evidenciam situações que ensejam reflexões a respeito do trabalho com a Matemática nas séries iniciais.

Em relação a aspectos comuns percebidos nas manifestações explicitadas nas fichas de avaliação e nas respostas às questões do questionário, um deles diz respeito aos reflexos, que a formação do professor, seja ela inicial, continuada e/ou em serviço, suscita no processo de ensino e aprendizagem.

No que diz respeito ao trabalho com a Matemática nas séries iniciais, o questionário favoreceu, entre outras situações, a percepção de como a relação do professor com a Matemática influencia o desenvolvimento de sua ação pedagógica em aula e consequentemente o trabalho com a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais.

Ciente da importância das manifestações explicitadas nos 9 questionários que retornaram, elas são apresentadas em sua totalidade, no Anexo C, deste trabalho.

A análise das respostas às questões do questionário foi realizada de maneira similar à das manifestações explicitadas nas fichas de avaliações, ou seja, a partir das respostas dadas a cada uma das questões, procurou-se identificar aproximações entre elas, o que resultou no estabelecimento de núcleos de ideias (NI)⁵⁷, apresentados no Quadro 7.

4.4 APROXIMAÇÕES ENTRE OS DOCUMENTOS ANALISADOS

Inicialmente é importante pontuar que as aproximações que são apresentadas neste item fazem referência especificamente a dois documentos: questionário⁵⁸ e ficha⁵⁹.

Os quatro trabalhos acadêmicos analisados, identificados no Quadro 2 e descritos no Anexo D, não constituíram US, opção realizada no momento das análises e interpretações.

⁵⁷ Buscando evitar a repetição do termo núcleos de ideias, a partir deste ponto do texto, será utilizada a sigla NI, em substituição ao referido termo.

⁵⁸ Anexo A.

⁵⁹ Anexo B.

Por virem ao encontro do interesse desta pesquisa, uma vez que descrevem atividades pedagógicas desenvolvidas em aula com estudantes dos anos iniciais, tendo a Modelagem como a metodologia de ensino e aprendizagem, constituíram junto com o referencial teórico o pano de fundo para o estabelecimento das aproximações e reduções que possibilitaram a constituição dos quadros 7 e 8, apresentados na sequência deste trabalho.

Nesse sentido, as manifestações explicitadas nas fichas de avaliação e nas respostas às questões do questionário, os trabalhos acadêmicos analisados e o referencial teórico que fundamenta esta pesquisa, evidenciaram aspectos que ensejaram a elaboração do Quadro 7, que segue.

Quadro 7 – Núcleo de Ideias – Primeira aproximação das manifestações explicitadas nas fichas e nas respostas às questões do questionário

n.º	Asserções	Núcleo de Ideias (NI)
1	Manifestações que fazem referência a questões que evidenciam aspectos relacionados a formação inicial do professor e de como esta formação influencia a ação pedagógica do professor.	Formação inicial.
2	Manifestações que fazem referência a questões que dizem respeito a como os professores perceberam a aplicabilidade dos conteúdos abordados, nos dois cursos de formação em serviço analisados, no contexto da sala de aula, envolvendo estudantes dos anos iniciais.	Relação entre o conteúdo do curso e o trabalho em aula com estudantes dos anos iniciais.
3	Manifestações que fazem referência a questões que evidenciam o desenvolvimento de um trabalho pedagógico, norteado pela linearidade em que os conteúdos estão posto no currículo, bem como a preocupação excessiva em abordar todos os conteúdos elencados para cada ano.	Trabalho linear com o currículo.
4	Manifestações que fazem referência a questões que explicitam percepções dos professores em relação aos estudantes, bem como o trabalho com a Modelagem no âmbito dos anos iniciais, evidenciando como as ações pedagógicas dos professores podem estar relacionadas as “crenças” e “mitos” que esses constroem ao longo de uma trajetória de vida.	“Crenças” e “mitos” em relação aos estudantes e à Modelagem.
5	Manifestações que fazem referência a questões que explicitam potencialidades evidenciadas pelos professores no desenvolvimento de uma ação pedagógica mediada pela Modelagem no âmbito dos anos iniciais.	Potencialidades do trabalho com a Modelagem nos anos iniciais.
6	Manifestações que fazem referência a questões que explicitam aspectos dificultadores, percebidos pelos professores, no desenvolvimento de uma ação pedagógica mediada pela Modelagem no âmbito dos anos iniciais.	Dificultadores do trabalho com a Modelagem nos anos iniciais.
7	Manifestações que fazem referência a questões que explicitam aspectos relacionados à organização do ambiente escolar e de como essa organização interfere na ação pedagógica do professor.	Organização do ambiente escolar.
8	Manifestações que fazem referência a questões que explicitam aspectos relacionados a como o professor percebe o desenvolvimento de uma ação pedagógica mediada pela Modelagem.	Maneira de perceber o trabalho com a Modelagem.
9	Manifestações que fazem referência a questões que explicitam aspectos relacionados à importância da formação em serviço para os professores refletirem a respeito da sua prática em sala de aula.	Formação em serviço.
10	Manifestações que fazem referência a questões que explicitam aspectos que dizem respeito à relação dos professores com a Matemática e de como essa relação interfere na prática pedagógica do professor ao trabalhar com seus estudantes, uma vez que essa relação é construída a partir do momento que este professor, ainda criança, inicia sua jornada no contexto escolar.	Relação com a Matemática.

Fonte: A autora.

Nessa etapa de análise e interpretação dos dados obtidos, de acordo com Bogdan e Biklen (1994) e Bardin (2011), é possível perceber aproximações entre os dados obtidos, que por sua vez permitem constituir NI entre eles.

Os NI apresentados nesta pesquisa foram constituídos a partir de leituras realizadas nas manifestações explicitadas pelos professores nas fichas de avaliação⁶⁰ e nas respostas às questões do questionário⁶¹, assim como nos trabalhos acadêmicos pesquisados⁶², com o objetivo de evidenciar possíveis pontos de convergência entre esses documentos.

Concluída a fase de constituição dos NI, cada um deles recebeu um número de identificação para favorecer a continuidade do processo de análise e interpretação dos dados.

A análise das fichas possibilitou identificar aproximações entre as manifestações apresentadas nos quadros 3, 4, 5 e 6⁶³ com os NI que compõem o Quadro 7. Por sua vez, a análise das respostas, obtidas por meio do questionário, possibilitaram aproximações entre as próprias respostas, assim como entre as manifestações presentes nas fichas.

As aproximações, a que se faz referência no parágrafo anterior, se constituíram por meio de reiteradas leituras realizadas a questão número 7 das fichas de avaliação, como das respostas às questões que compunham os questionários que retornaram respondidos, as quais revelaram convergências para um mesmo núcleo de ideias entre as manifestações explicitadas nos referidos documentos analisados.

Essa ação resultou na elaboração do Quadro 8, que tem como intuito proporcionar uma visão da totalidade das análises realizadas, assim como nortear as interpretações que os dados obtidos suscitaram.

A primeira coluna do Quadro 8 apresenta às unidade de significado (US)⁶⁴ que identificam especificamente cada elemento que constitui o corpus dos documentos analisados (fichas e questionários). A fim de favorecer a identificação bem como as aproximações entre as US estabelecidas, cada uma recebeu um código.

As US iniciadas com F referem-se às fichas de avaliação e relacionam ficha, curso e NI. Nesse sentido a US F1.C1.1 corresponde à ficha de avaliação número 1, que apresenta manifestação referente ao curso 1, sendo que essa manifestação explicita aspectos relativos à formação inicial do professor.

⁶⁰ Manifestações apresentadas em sua totalidade nos quadros 3, 4, 5 e 6.

⁶¹ Manifestações apresentadas no Anexo C.

⁶² A descrição dos trabalhos analisados é apresentada no Anexo D.

⁶³ Quadros apresentados no item 4.1 deste capítulo.

⁶⁴ Buscando evitar a repetição do termo unidades de significado, a partir deste ponto do texto, será utilizada a sigla US, em substituição ao referido termo.

As US iniciadas com Q referem-se às questões do questionário com suas respectivas respostas e relacionam questão, participante e NI, ou seja, o código Q9.P4.7 diz respeito à resposta apresentada à questão 9, pelo participante 4, sendo que evidencia aspectos voltados à organização do ambiente escolar.

A segunda coluna do Quadro 8 apresenta uma síntese consistente das aproximações percebidas entre as US elencadas, ou seja, articula os NI, apresentados no Quadro 7, com as referidas US, possibilitando o estabelecimento das categorias que representam a segunda redução realizada a partir das sínteses estabelecidas.

Essas categorias, especificadas na terceira coluna do quadro 8, embora sejam a redução final de todo o trabalho de análise e interpretação dos dados, explicitam a tríade que possibilitou a constituição da presente investigação: referencial teórico, trabalho com os dados e ação do pesquisador.

Quadro 8 – Redução final das aproximações: fichas de avaliação e questionário

(continua)

UNIDADES DE SIGNIFICADO (US)	SÍNTESE	CATEGORIA
F5.C1.3; F9.C1.3; Q9.P1.3; Q10.P2.3; Q10.P7.3,	Codificações que explicitam aspectos relacionados ao currículo, principalmente, ao trabalho linear desenvolvido em sala.	Currículo
F1.C1.1; F16.C1.1; F18.C1.9; Q1.P1.1; Q1.P2.1; Q1.P3.1; Q1.P4.1; Q1.P5.1; Q1.P6.1; Q1.P7.1; Q1.P8.1; Q1.P9.1; Q3.P1.1; Q3.P2.1; Q3.P3.1; Q7.P1.9; Q7.P2.9; Q7.P3.1; Q7.P3.9; Q7.P4.1; Q7.P4.9; Q7.P5.1; Q7.P5.9; Q7.P6.9; Q7.P7.1; Q7.P7.9; Q7.P8.1; Q7.P8.9; Q8.P2.9; Q8.P3.9; Q8.P4.9; Q8.P5.9; Q8.P7.9; Q8.P8.9; Q8.P9.9; Q9.P3.1; Q9.P5.1; Q9.P9.1; Q9.P9.9; Q10.P3.9; Q10.P5.9; Q10.P6.9; Q10.P9.9.	Codificações que explicitam aspectos relacionados à formação dos professores, seja ela inicial, continuada e/ou em serviço.	Formação de professor
F3.C1.6; F5.C1.6; F8.C2.6; F15.C2.6; F16.C1.5; F17.C1.5; F19.C1.5; F19.C1.6; F21.C2.5; F22.C2.5; F23.C1.5; F24.C2.5; F25.C2.5; F26.C2.5; F26.C2.7; Q9.P1.6; Q9.P3.5; Q9.P6.6; Q9.P7.6; Q9.P8.6; Q10.P2.5; Q10.P2.6; Q10.P4.6.	Codificações que explicitam aspectos relacionados a possíveis potencialidades e/ou dificuldades em desenvolver um trabalho em aula, mediado pela Modelagem Matemática.	Trabalhar Modelagem
F4.C1.4; F2.C1.4; F5.C1.4; F6.C2.4; F7.C2.4; F12.C1.4; F21.C2.4; F22.C2.4; Q9.P4.4; Q10.P1.4; Q10.P1.1; Q10.P1.2; Q10.P1.8; Q10.P4.4; Q10.P6.4; Q10.P7.4; Q10.P8.4; Q10.P9.4.	Codificações que explicitam aspectos relacionados a possíveis “crenças” e “mitos” dos professores em relação aos estudantes e ao trabalho com a Matemática e a Modelagem nos anos iniciais.	Crenças e mitos
F3.C1.2; F8.C2.2; F10.C1.3; F10.C1.2; F11.C1.8; Q8.P1.2; Q8.P1.6; Q8.P1.8; Q8.P2.1; Q8.P2.2; Q8.P2.8; Q8.P3.8; Q8.P3.9; Q8.P4.8; Q8.P6.8; Q9.P2.8; Q9.P7.2; Q10.P3.8; Q10.P4.8; Q10.P7.8; Q10.P8.8; Q10.P9.8.	Codificações que explicitam aspectos relacionados a diferentes maneiras de entender a Modelagem e a relação entre o conteúdo do curso e o trabalho efetivo em aula com estudantes dos anos iniciais.	Entendimento de Modelagem

(conclusão)

F20.C1.7; Q9.P1.7; Q9.P4.7; Q10.P2.7	Codificações que explicitam aspectos relacionados a reflexos que a organização da escola tem sobre o trabalho desenvolvido em aula.	Organização da escola
F3.C1.10; F4. C1.10; Q3.P4.10; Q3.P5.10; Q3.P6.10; Q3.P7.10; Q3.P8.10; Q3.P9.10; Q4.P1.10; Q4.P2.10; Q4.P3.10; Q4.P4.10; Q4.P5.10; Q4.P6.10; Q4.P7.10; Q4.P8.10; Q4.P9.10; Q5.P1.10; Q5.P2.10; Q5.P3.10; Q5.P4.10; Q5.P5.10; Q5.P6.10; Q5.P7.10; Q5.P8.10; Q5.P9.10; Q6.P1.10; Q6.P2.10; Q6.P3.10; Q6.P4.10; Q6.P5.10; Q6.P6.10; Q6.P7.10; Q6.P8.10; Q6.P9.10; Q9.P6.10.	Codificações que explicitam aspectos referentes à percepção do professor em relação à Matemática e como ele procura trabalhar os conteúdos matemáticos em aula.	Relação com a Matemática

Fonte: A autora.

É importante colocar que algumas manifestações, por sua abrangência, estão relacionadas a mais de uma categoria e, portanto, originaram códigos diferentes. Um exemplo é a manifestação F16.C1⁶⁵ que, com a colocação: “*Posso dizer que é bom, pois os alunos ficam mais motivados, mas não estou preparada para trabalhar a Modelagem Matemática*”, sinaliza aspectos relacionados à formação do professor, quando a participante faz referência ao fato de não estar preparada para desenvolver atividades mediadas pela Modelagem, mas evidencia uma possível potencialidade de uma ação pedagógica norteada pela Modelagem nos anos iniciais, ao considerar que os estudantes mostram-se mais motivados durante o desenvolvimento das atividades. Dessa forma, essa manifestação atende a dois NI: ao 1, que se refere à formação do professor, e ao 5, que engloba possíveis potencialidades do trabalho com a Modelagem nos anos iniciais, ensejando a constituição de dois códigos de US distintos, o F16.C1.1⁶⁶ e F16.C1.5⁶⁷.

Durante a leitura das manifestações, que resultaram na elaboração do Quadro 8, foi possível identificar aproximações entre as colocações explicitadas nas fichas de avaliação e nas respostas às questões do questionário. Essas aproximações, por sua vez, ensejaram análises mais detalhadas que estão apresentadas no item 4.5.

4.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES

Essa etapa da pesquisa suscitou aspectos importantes relacionados não apenas à Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem, mas ao trabalho com a Matemática, no âmbito dos anos iniciais.

⁶⁵ Ficha 16, que apresenta manifestação referente ao C1.

⁶⁶ Relativo à formação do professor.

⁶⁷ Relativo à possível potencialidade de uma ação pedagógica norteada pela Modelagem nos anos iniciais.

As aproximações das manifestações explicitadas nos documentos analisados, conforme exposto no Quadro 8, possibilitaram o estabelecimento de categorias que favoreceram as análises e interpretações realizadas.

Nesse sentido, relacionando categorias, referencial teórico, manifestações de professores e questões de investigação, é que as análises e interpretações foram constituídas e estão apresentadas a seguir.

Com o objetivo de dar ênfase aos aspectos evidenciados pelas categorias estabelecidas no Quadro 8, bem como facilitar a sua identificação no corpo do texto que compõe as análises e as interpretações, elas estão em negrito.

Nos documentos analisados, envolvendo o trabalho com a Modelagem nos anos iniciais, foi possível constatar aspectos importantes a serem considerados. Um desses aspectos envolve a categoria **currículo**.

Embora tenha sido citado explicitamente em um número reduzido de manifestações, o entendimento de currículo que um professor tem reflete diretamente na maneira como ele conduz sua ação pedagógica em sala.

Por meio da manifestação: “*A quantidade de conteúdos matemáticos a serem vencidos no decorrer do ano letivo é muito extensa [...]*”⁶⁸ é possível identificar preocupação excessiva em cumprir os conteúdos matemáticos elencados no programa curricular, específico para cada ano de escolaridade. Esse fato é relevante visto que se faz presente em muitas falas de professores ao questionarem a aplicabilidade da Modelagem, como metodologia de ensino e aprendizagem, nos anos iniciais, evidenciando, na maioria das vezes, uma visão de trabalho linear com o currículo.

Sobre essa visão envolvendo um trabalho linear com o currículo, Guérios (informação verbal)⁶⁹ chama a atenção para o fato de que, embora esse seja um documento e, portanto, estruturado linearmente, considerando também a maneira com que o professor desenvolve seu trabalho com os diferentes conteúdos matemáticos em sala, o currículo deve ser percebido como algo “*dinâmico e em permanente processo de organização*”.

Os PCNs de Matemática (BRASIL, 1997, p. 22), quanto à organização curricular dos conteúdos matemáticos, apontam que, ao longo dos anos, tem prevalecido uma maneira “*excessivamente hierarquizada de fazê-la. [...] Nessa visão, a aprendizagem ocorre como se os*

⁶⁸ Parte retirada da manifestação F9.C1.

⁶⁹ Colocação realizada no momento da qualificação deste trabalho, realizada em 2011, nas dependências da UEPG.

conteúdos se articulassem na forma de uma corrente, cada conteúdo sendo um pré-requisito para o que vai sucedê-lo”.

Ainda em relação à organização curricular, os PCNs (BRASIL, 1997, p. 22) explicitam que, se, por um lado, é fato que na Matemática alguns conhecimentos devam anteceder outros e que a forma de organização pode indicar uma trajetória de trabalho, deve-se observar que “não existem amarras tão fortes como algumas que podem ser observadas comumente” em relação a certos conteúdos matemáticos.

A visão de que a Matemática não tem relação com situações do cotidiano deve-se muito a essa maneira linear de se trabalhar os conteúdos matemáticos, em que, tratados isoladamente, são apresentados e esgotados num único momento, não possibilitando ao estudante perceber a relação existente entre eles.

Contudo, é consenso entre autores da educação que romper com o entendimento linear e usual de currículo não é fácil, mas possível de ocorrer, e um dos caminhos que favorece a efetivação dessa mudança passa pela formação do professor.

A partir dos documentos que constituem o corpo das análises e interpretações deste trabalho, foi possível observar o número expressivo de manifestações que fazem referência à **formação do professor**, justificando o estabelecimento de uma categoria específica para esse tema, a qual engloba aspectos referentes à formação inicial, continuada e/ou em serviço.

Uma manifestação interessante de ser comentada e que está diretamente relacionada à questão de formação do professor é a que considera bom o trabalho com a Modelagem, mas explicita a insegurança do professor frente à nova proposta metodológica. Sobre isso, tem-se: *“Posso dizer que é bom, pois os alunos ficam mais motivados, mas não estou preparada para trabalhar a Modelagem”*⁷⁰. Essa manifestação revela interesse do professor em desenvolver trabalhos com a Modelagem, apresentando como justificativa a motivação percebida nos estudantes. No entanto, também, aponta insegurança do professor frente ao seu despreparo em relação à adoção da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem, uma vez que preconiza uma nova postura do professor, de acordo com Burak (2010).

Segundo Guérios (2002), a insegurança, explicitada por professores frente ao que ela chama de “metodologia de ensino inovadora”⁷¹, é algo normal e deve-se a diversos fatores. Um deles é o distanciamento existente entre a reação que o professor espera de seus estudantes e o que realmente acontece em aula.

⁷⁰ Parte retirada da manifestação F9.C1.

⁷¹ Expressão encontrada em: GUÉRIOS, E.; ZIMMER, T. B.; RIBEIRO, F. D. Estudo de comportamento de alunos de 1.º grau diante de aplicação de possibilidade metodológica inovadora de Matemática. In: Memórias – III Congresso Iberoamericano de Educación Matemática. Caracas, Venezuela, 1998, p. 563-567.

Exemplo disso é o que nos conta Tânia. Com seu grupo de Prática de Ensino, percebeu que os estagiários “aplicavam” aos alunos de 5.^a série um projeto inovador para o ensino de medidas e formas geométricas e, no entanto, a relação entre eles, os alunos e o conhecimento matemático permanecia a mesma. [...] sua aplicação em sala de aula não provocava nos alunos a modificação esperada quanto à motivação e nem quanto à aprendizagem. A constatação de que sequer a postura física dos alunos na sala de aula havia mudado desencadeou um processo severo de reflexão, discussão e análise no grupo [...]. A experiência transpassava Tânia, mas não passava pelos alunos... passava ao largo deles. [...] *eles estavam lá sentadinhos, e nós lá no quadro...* Era preciso sair do quadro! [...]. (GUÉRIOS, 2002, p. 171-172).

Outro fator aponta para as situações que levam um professor a “escolher” como vai direcionar sua ação pedagógica. Sobre isso, Nacarato, Mengali e Passos (2009, p. 23) questionam:

O que leva uma professora a construir determinado modelo de aula de matemática? Como as práticas de sala de aula vão sendo apropriadas e naturalizadas pelas professoras – futuras ou em exercício?

Na tentativa de responder ao questionamento levantado, as autoras colocam:

Essas questões merecem reflexão, [...] há necessidade de conhecer as experiências com a matemática que as futuras professoras já vivenciaram durante sua escolarização. Diferentes autores têm discutido o quanto a professora é influenciada por modelos de docentes com os quais conviveu durante a trajetória estudantil, ou seja, a formação profissional docente inicia-se desde os primeiros anos de escolarização. (NACARATO; MENGALI; PASSOS, 2009, p. 23).

Nessa perspectiva, corroborando com colocações de outros autores, Nacarato, Mengali e Passos (2009) percebem o quanto a questão relativa à formação do professor é complexa e como possíveis fragilidades, apresentadas por professores dos anos iniciais em relação a como desenvolver um trabalho com a Matemática, contribuem para reflexões a respeito da formação continuada e/ou em serviço, visto serem elas alternativas que possibilitam ao professor superar lacunas presentes em sua formação inicial.

A respeito desse fato, Grillo (2001, p. 41) coloca:

A atualização dos professores tem repercussões positivas nos conteúdos e procedimentos de ensino, reforçam o entendimento de saber inacabado e de professor como um constante aprendiz, estudando sempre e obrigando-se a revisar o conteúdo que ensina, validando-o com base em novos estudos e no conhecimento produzido por pesquisas, sem o que ocorre o risco de levar aos alunos um ensino desvitalizado.

Contudo, a percepção de que a formação continuada e a formação em serviço podem possibilitar a superação de defasagens resultantes da formação inicial suscitam questões

interessantes de serem refletidas como as pontuadas por Kramer (1997, p. 23-24), quando escreve:

Propor uma educação em que as crianças, os jovens e os adultos aprendam, construam/adquiram conhecimentos e se tornem autônomos e cooperativos implica pensar, ainda, a formação permanente dos profissionais que com eles atuam. Como os professores favorecerão a construção de conhecimentos se não forem desafiados a construírem os seus? Como podem os professores se tornar construtores de conhecimentos quando são reduzidos a executores de propostas e projetos de cuja elaboração não participaram e que são chamados apenas a implantar?

Guérios (2002), em seu trabalho, verifica haver uma falta de identidade do professor em relação às propostas educacionais que chegam à escola. Sobre esse fato, escreve:

Uma vez produzidos, esses conhecimentos são oferecidos verticalmente ao professor que, ora os rejeita, ora os aceita na ânsia de resolver problemas imediatos de sua prática, sem que haja, no entanto, identificação entre ele e o conhecimento acadêmico para a estruturação de sua atividade didática. (GUÉRIOS, 2002, p. 26).

Para Guérios (2002), o fato descrito contribui para o fortalecimento do ensino tradicional nas aulas de Matemática.

Especificamente, a respeito do ensino e aprendizagem da Matemática que vem ocorrendo nas salas de aula existentes, mundo afora, Skovsmose (2007, p. 33-34) coloca:

Existem muitas e diferentes salas de aula de matemática ao redor do mundo. [...] Elas representam aquele ensino tradicional de matemática [...]. [...] O ensino tradicional de matemática é dominado pelo uso do livro-texto, que é seguido, mais ou menos, página por página. Outras espécies de materiais são usadas somente como complementos. O livro-texto ocupa a cena. As aulas são estruturadas mais ou menos da mesma maneira. Um elemento da aula é que o professor faz uma exposição de algumas ideias teóricas. [...] Um segundo elemento da aula é que os estudantes resolvem exercícios, quer individualmente, quer em grupos. Em geral, esses exercícios são formulados nos livros-textos. [...] Os exercícios são formulados de modo que cada um deles tenha somente uma resposta. [...] O ensino tradicional de matemática também envolve a checagem da compreensão dos estudantes de algumas unidades e partes teóricas, que o aluno deve explicar, às vezes sendo chamado ao quadro-negro, ou coisas assim. Formas diferentes de testes também são partes da tradição; os professores podem acreditar que os testes talvez os ajudem a avaliar a compreensão dos estudantes de aspectos do currículo. [...] Naturalmente, variações menores podem ser efetuadas no plano, mas o ponto é que o ensino tradicional de matemática está representado por variações da mesma estrutura organizacional.

Em vista ao exposto, é importante que a formação do professor, seja ela inicial, continuada e/ou em serviço, venha ao encontro das necessidades e interesses dos professores, forneça subsídios, teóricos e práticos, que possibilitem aos professores alvitarem o desenvolvimento de um trabalho pedagógico que, diante da realidade de ensino e

aprendizagem que se faz presente na maioria das salas de aula existentes, busque romper com esse modelo de aula e priorize a construção significativa do conhecimento pelo estudante.

Em relação especificamente aos cursos de formação em serviço, oferecidos pela SME, com o objetivo de abordar a Modelagem, como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais, objetos de estudo desta pesquisa, a manifestação: “*A meu ver, um curso de 20 horas presenciais com mais 4 horas à distância, com encontros de 4 horas, que acabam virando três (contando atrasos para iniciar, intervalos de meia hora e saídas antecipadas), com espaço de 15 dias entre um encontro e outro, não consegue abranger plenamente uma tendência metodologia, seja ela qual for, ainda mais Modelagem Matemática [...]*”⁷² sinaliza a importância de esse formato de formação continuada ser repensado, visto, como bem colocado na manifestação, não estar atendendo às reais necessidades dos professores.

Seguindo por essa linha de raciocínio, é fundamental a adoção de planos de formação continuada e/ou em serviço que não apenas apresentem novas tendências metodológicas para o ensino da Matemática, mas que acompanhem o professor cursista, quando ele retornar à sala de aula para colocar em prática o que aprendeu durante o curso. Não com o objetivo de fiscalizar a ação do professor, mas de apoiá-lo naquilo que ele sentir necessidade e possibilitar que essas novas metodologias cheguem à sala de aula e lá permaneçam.

Em relação aos planos de formação continuada e/ou em serviço, percebe-se também que é necessário contemplar uma avaliação do trabalho realizado a partir de resultados explicitados pelos estudantes com os quais o trabalho do professor cursista foi desenvolvido, para assim ter subsídios mais fidedignos a respeito do impacto do curso no processo de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, a categoria **trabalhar Modelagem** foi constituída a partir de manifestações que explicitam aspectos relacionados a possíveis potencialidades e/ou dificuldades em desenvolver um trabalho em aula, mediado pela Modelagem Matemática.

No que diz respeito a possíveis potencialidades do trabalho com a Modelagem, tem-se como exemplo a colocação: “*O trabalho interdisciplinar aparece naturalmente*”, que evidencia aspectos apontados pelos autores Burak (2004) e Caldeira (2007), ao colocarem que a atividade desenvolvida por meio da Modelagem dá sentido ao conteúdo matemático a partir do momento que são abordados dentro de um contexto significativo para o estudante, favorecendo a articulação entre a Matemática e as demais áreas do conhecimento.

⁷² Manifestação Q8.P2.

Outro aspecto positivo do trabalho com a Modelagem na Educação Básica, segundo os autores que defendem a sua utilização, se deve ao fato de estudantes e professores terem seus papéis redefinidos no processo de ensino e aprendizagem.

Uma manifestação que aponta para esse fato é: “*Os alunos buscam estratégias para resolver os problemas que surgem no decorrer do trabalho.*”⁷³

Essa manifestação explicita uma das etapas que o trabalho com a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem, identificada por Burak (2004). Segundo o referido autor esta etapa, quando bem explorada pelo professor, possibilita que o estudante deixe de ser um mero receptor de informações e passe a ser agente ativo na construção do seu conhecimento.

A respeito da importância dos papéis de estudantes e professores, no processo de ensino e aprendizagem, os PCNs (BRASIL, 1997, p. 38-39) colocam:

Numa perspectiva de trabalho em que se considere o aluno como protagonista da construção de sua aprendizagem, o papel do professor ganha novas dimensões. [...]. É importante atentar para o fato de que a explicitação clara de papéis e de responsabilidades é fundamental para nortear as interações que ocorrem na sala de aula – entre professor e aluno ou entre alunos.

Entretanto, é necessário salientar que algumas manifestações evidenciam possíveis dificultadores do trabalho com a Modelagem, como metodologia de ensino e aprendizagem, nos anos iniciais, as quais devem ser levadas em conta e discutidas entre os estudiosos do tema.

O principal obstáculo que os professores apontam no trabalho com a Modelagem diz respeito ao interesse dos estudantes. Como exemplo, temos as manifestações: “*Os alunos mostram interesse, porém, ao aparecerem dúvidas, desanimam facilmente*”⁷⁴; “*Os alunos não se envolveram como eu havia pensado que se envolveriam [...]*”⁷⁵ Esse fato reforça a importância da primeira etapa sugerida por Burak (2004), ou seja, que os estudantes escolham o tema a ser estudado. Embora isso por si só não garanta o interesse dos estudantes, favorece que eles percebam o quanto a Matemática pode estar inserida em diferentes contextos.

Nesse sentido, os trabalhos analisados enfatizam que, com a dinâmica das atividades propostas mediadas pela Modelagem, a maioria os estudantes acabam por se envolver com o trabalho. Evidentemente que, para tanto, o professor deve conhecer a turma e estar atento para

⁷³ Manifestação F24.C2.

⁷⁴ Manifestação F19.C1.

⁷⁵ Manifestação Q9.P7.

que a atividade não recaia na forma tradicional de ensino, em que o professor assume a posição central e o estudante passa a ser um mero espectador.

Os trabalhos analisados evidenciam que, mesmo diante da insegurança dos professores, houve a necessidade da efetivação de um planejamento das ações a serem desenvolvidas, evidentemente não um planejamento rígido e inflexível, mas com a finalidade de nortear o encaminhamento das atividades, sinalizando a necessidade de avanços ou retomadas de conteúdos.

A respeito da importância de o professor procurar conhecer a proposta da Modelagem e de planejar suas ações, encontram-se as manifestações: “[...] *é um trabalho que requer muito preparo do professor*”⁷⁶; “[...] *A modelagem matemática pode ser aplicada em sala de aula desde que o professor tenha claros, em seu planejamento, os objetivos que deseja alcançar [...]*.”⁷⁷ Sendo assim, o trabalho com a Modelagem, como com qualquer outra metodologia de ensino e aprendizagem que o professor leve à sala de aula, esvaziada de embasamento teórico e sem um planejamento, está fadada ao fracasso e desinteresse dos estudantes.

A categoria estabelecida como **crenças e mitos**, constituída por manifestações que explicitam aspectos envolvendo possíveis “crenças” e “mitos” dos professores em relação aos estudantes e ao trabalho com a Matemática e a Modelagem nos anos iniciais, tem uma proximidade com as categorias já explicitadas, visto que envolve entendimento de currículo, formação do professor e o trabalhar Modelagem, bem como as categorias entendimento de Modelagem e relação com a Matemática.

A abrangência dessa categoria, e das demais estabelecidas, pode ser percebida por meio de manifestações, como: “[...] *não percebo a Modelagem Matemática como algo que possa ser aplicado em sala de aula com os estudantes dos ciclos I e II. Talvez, com os maiores, funcione. A confecção de um modelo no final toma muito tempo da aula e nem sempre fica algo significativo para os alunos.*”⁷⁸; *Na sala de aula, limita muito o trabalho [...]*.”⁷⁹

Essas manifestações englobam tanto a categoria crenças e mitos, como a categoria **entendimento de Modelagem**.

Conforme já visto anteriormente, geralmente, o professor reproduz em sala o modelo de ensino que vivenciou em sua caminhada escolar. Nesse sentido, o fato de o professor

⁷⁶ Manifestação Q9. P3.

⁷⁷ Manifestação Q10.P2.

⁷⁸ Manifestação Q10.P1.

⁷⁹ Manifestação Q10.P4.

considerar que a Modelagem não seja adequada para os primeiros ciclos do ensino fundamental, limitando o trabalho a ser desenvolvido em sala, evidencia não só “crenças” e “mitos” a respeito de como deve ser o trabalho com a Matemática nos anos iniciais, mas um entendimento equivocado da Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem.

Conforme já visto no segundo capítulo deste trabalho, os autores Chaves e Espírito Santo (2008) apontam que um equívoco comum ao se utilizar a Modelagem em currículos tradicionais ocorre quando ela é percebida como possível de ser trabalhada exclusivamente integrada à modalidade de projetos.

A colocação de que a Modelagem seria uma metodologia adequada para ser desenvolvida no contraturno⁸⁰ corrobora com o que esses autores, Chaves e Espírito Santo (2008), chamam de visão reducionista da Modelagem e consequentemente um não entendimento do que seja a Modelagem.

Segundo Burak (2004), estabelecer uma estreita relação entre Modelagem e a confecção de um modelo concreto, como *maquete, terrário, horta*, entre outros, evidencia um entendimento de Modelagem defendido por um grupo de autores bem específico, ou seja, aqueles voltados à Matemática aplicada, como Bassanezzi (2004) e Biembengut (1999).

Para Burak (2004), a preocupação com a elaboração do modelo pode levar o professor a dar uma conotação equivocada a esse momento do trabalho, uma vez que o mais relevante no trabalho com a Modelagem é possibilitar ao estudante ver sentido naquilo que está fazendo em aula.

Uma passagem apresentada no trabalho de Guérios (2002) retrata o quanto a preocupação com a elaboração de um modelo pode influenciar e até mesmo colocar o entendimento da Modelagem como uma metodologia de ensino e aprendizagem em um segundo plano, fato de que nem sempre o professor se dá conta no decorrer do trabalho.

O trabalho de Guérios (2002) ilustra bem essa situação quando a professora *Tânia*, ao relatar sua experiência com a Modelagem, coloca:

[...] Todo o meu trabalho estava se elaborando em função da maquete, e não em função de uma estrutura metodológica. [...] Trabalhei, cansei, os alunos se envolveram, mas... meu objetivo era a maquete. Eu não tinha a visão da postura metodológica adotada, a qual só fui começar a adquirir ao relatar a experiência em um curso na Semana de Capacitação em um colégio, a pedido da pedagoga da escola.

⁸⁰ Na RME, as turmas de contraturno podem ser de recuperação, para as quais o estudante é convidado a participar em horário contrário ao turno em que estuda, e/ou turma com funcionamento em escolas que oferecem atendimento em tempo integral, em que o estudante permanece quatro horas no ensino regular da escola e quatro horas em atividades diversificadas.

Ao fazer uma análise da minha fala para os colegas, comecei a identificar que a questão não era a de construir a maquete, mas sim, de trabalhar com conceitos, buscando significado, partindo da realidade, buscando procedimentos condizentes com uma visão metodológica do processo de aprendizagem. Surgiram, pois, outras preocupações além da construção da maquete em si, passo a passo. (GUÉRIOS, 2002, p. 115).

A respeito do que seria a construção de um modelo, na perspectiva de Modelagem que esse trabalho assume, Klüber (2010, p. 100) escreve:

No trabalho com a modelagem no nível considerado (Educação Básica), a construção dos modelos surge para ampliar uma ideia, generalizar uma situação, e algumas vezes para se resolver uma situação-problema. Na modelagem, nessa forma de concebê-la, o conceito de modelo é ampliado para entendê-lo como uma representação, podendo valer-se de vários tipos de representações, como: fórmulas, tabelas de preços, equações já conhecidas, gráficos, plantas baixas de uma casa, dentre outras. Portanto, são pelo menos três maneiras de se entender os modelos: 1) modelos já prontos; 2) modelos matemáticos construídos para a resolução dos problemas; e 3) modelos não matemáticos. Dessa forma, uma lista de supermercado pode ajudar a tomar decisões e a fazer previsões.

O trabalho com a Modelagem, além de exigir do professor um embasamento teórico consistente sobre o tema, a fim de que se tenha clareza dos diferentes entendimentos a respeito dessa tendência metodológica, segundo Burak (2004), deve contar com a colaboração da escola no que diz respeito à organização de tempos, de espaços e da dinâmica de trabalhar com o currículo, constituindo assim a categoria **organização da escola**.

Nos documentos analisados, ficou evidente a importância de a escola apoiar o professor quando esse deseja efetivar um trabalho em aula mediado pela Modelagem. Manifestações como: “[...] Na escola em que trabalhava na época, a dinâmica era outra [...]”⁸¹; “[...] Requer também que a escola esteja ciente do trabalho que será realizado em sala [...]”⁸²; entre outras, evidenciam o quanto a organização da escola influencia no trabalho que o professor desenvolve em sala com seus estudantes.

Nos quatro trabalhos analisados, foi possível verificar que a proposta de desenvolver um trabalho em sala, utilizando a Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem, no âmbito dos anos iniciais, embora tenha partido do interesse pessoal dos professores, contou com o apoio da equipe pedagógico-administrativa da escola, fato que contribuiu significativamente com o sucesso das atividades propostas.

Por ser uma proposta de trabalho que envolve situações relacionadas à comunidade na qual a escola está inserida, as atividades desenvolvidas em sala geralmente extrapolam os

⁸¹ Manifestação Q9.P4.

⁸² Manifestação Q10.P2.

muros da escola e chegam às casas dos estudantes. Embora essa aproximação escola-comunidade seja positiva, o desconhecimento por parte da equipe administrativa da escola, a respeito do encaminhamento pedagógico que está sendo efetivado em sala, pode gerar situações indesejáveis, como dúvidas ou alguma reclamação por parte dos pais e/ou responsáveis.

A aceitação ou recusa, por parte da escola, frente a uma proposta de trabalho norteada pela Modelagem explícita diretamente a última categoria estabelecida que diz respeito à **relação com a Matemática**.

Essa categoria engloba situações que envolvem aspectos referentes à percepção dos professores, participantes da presente pesquisa, em relação à Matemática e como eles procuram trabalhar os conteúdos matemáticos em aula.

Conforme explicitado anteriormente, geralmente, o professor norteia a sua prática pedagógica reproduzindo, com seus estudantes, situações de ensino e aprendizagem que vivenciou em sua trajetória escolar, mesmo que involuntariamente.

Tendo por base o que foi apresentado em relação à formação do professor e especificamente tratando da influência que a trajetória escolar tem sobre o trabalho do professor com a Matemática, autores como Nacarato, Mengali e Passos (2009), colocam que mudanças dos processos de ensino e aprendizagem apontadas nas reformas curriculares ocorridas no Brasil nos últimos trinta anos, embora embasem os documentos que norteiam o trabalho pedagógico da maioria das escolas brasileiras, parece não ter chegado às salas de aula. Nesse sentido, escrevem:

Pensando a partir dessa lógica e tomando o momento atual como referência, poderíamos dizer que as futuras professoras – alunas de 20 e 25 anos – foram expostas a novas práticas de ensino de matemática, visto que tiveram sua trajetória estudantil na escola básica dentro do período de reformas curriculares (pós-década de 1980).

No entanto, qualquer formador(a) que atue num curso de pedagogia sabe que isso não é real. Por um lado, a formação matemática dessas alunas está distante das atuais tendências curriculares; por outro lado, elas também trazem marcas profundas de sentimentos negativos em relação a essa disciplina, as quais implicam, muitas vezes, bloqueios para aprender e para ensinar. (NACARATO; MENGALI; PASSOS, 2009, p. 23).

O fato descrito acima pode ser verificado por meio das respostas dadas pelos professores, participantes da pesquisa, quando perguntados como esses viam sua relação com a Matemática.

Como exemplo, a manifestação: “[...] *Sempre tive, e tenho até hoje, muita dificuldade com a Matemática. Do meu tempo de escola, só me lembro do arme e efetue, das*

“tomadas” da tabuada e dos problemas que tinham que ser resolvidos seguindo sempre a mesma sequência: sentença matemática, depois o algoritmo e ainda a resposta completa”⁸³, evidencia uma relação com a Matemática escolar desvinculada da realidade, difícil, complicada, reservada para um grupo bem específico de pessoas, os chamados *gênios*. Essa manifestação também explicita resquícios de uma formação baseada em um processo de ensino e aprendizagem tradicional da Matemática, em que o estudante, muitas vezes, sem compreensão do que está sendo abordado, por meio da memorização e seguindo uma sequência predeterminada tenta obter a resposta esperada pelo professor.

Em contrapartida, a manifestação: *“Razoável. Não é minha disciplina favorita, contudo, consigo superar as situações em que tenho que usar a Matemática*”⁸⁴ sugere um entendimento de que a Matemática está presente em situações que ultrapassam os muros escolares, evidenciando uma relação com a Matemática mais próxima da que o trabalho com a Modelagem possibilita. Explicita também um entendimento de que a Matemática está presente no dia a dia, porém a Matemática escolar deixou resquícios de uma relação conturbada, evidenciando que nem sempre o que foi tentado ser ensinado foi aprendido.

A questão três do questionário enviado aos professores perguntava como o professor via a sua relação com a Matemática. Manifestações como: *“Desastrosa. Sempre tive, e tenho até hoje, muita dificuldade com a Matemática*”⁸⁵; *“Complicadíssima. Não tenho a menor aptidão para Matemática. Acho extremamente difícil*”⁸⁶, podem explicitar uma vivência de Matemática escolar esvaziada de significado, em que conteúdos matemáticos foram abordados de forma isolada e estanque, fazendo com que o estudante acabasse decorando técnicas de resolução apenas com o objetivo de tirar *nota* suficiente para avançar à série seguinte. O real entendimento do conteúdo ficava destinado quase que exclusivamente aos *gênios* da turma.

Uma manifestação interessante de ser analisada é a da única professora formada especificamente em Matemática, que respondeu ao questionário. Ao manifestar sua relação com a Matemática como: *“Ótima. Tirando a época da faculdade*”⁸⁷, evidencia o distanciamento entre disciplinas da licenciatura com a sala de aula, local que deveria ser o centro das atenções das licenciaturas. Indiretamente, essa manifestação aponta a necessidade de a universidade subsidiar melhor os futuros professores da Educação Básica.

⁸³ Manifestação Q3.P4.

⁸⁴ Manifestação Q3.P3.

⁸⁵ Manifestação Q3. P1.

⁸⁶ Manifestação Q3.P5.

⁸⁷ Manifestação Q3.P7.

Alguns professores explicitam preocupação em não trabalhar a Matemática como eles a percebem. Nesse sentido, encontramos colocações, como: “[...] *Minha relação com a Matemática é a mais delicada possível. Procuro não passar essa minha visão para os meus alunos.*”⁸⁸ Entretanto, estudos apontam não ser essa uma tarefa nada fácil para o professor.

Guérios (2002) identifica essa dificuldade de o professor realmente efetivar uma proposta de ensino que favoreça os estudantes a abandonarem a postura de estudante do ensino tradicional. Sobre esse fato, a professora *Tânia*, em seu depoimento, relata:

Estávamos animadíssimos por desenvolver um projeto inovador para o ensino de geometria. Iniciamos então a sua aplicação. Todas as aulas foram filmadas para que fôssemos discutindo o que estava acontecendo ao mesmo tempo em que aplicávamos o projeto. Fazia parte de nossa dinâmica de trabalho assistir a cada aula, discutir e reforçar ou redirecionar os roteiros das próximas aulas. Quando assistimos ao filme das duas primeiras aulas, o que vimos? Alunos sentados com a mão no queixo, olhando o relógio, olhando para cima... estilo aula tradicional... foi um verdadeiro desapontamento.

Pensamos e idealizamos uma coisa, e a reação dos alunos foi outra. Eles estavam totalmente desestimulados. E nós, que nos propúnhamos a fazer diferente, nos vimos, no filme, dando aula do mesmo jeito, sem que os alunos se envolvessem. Tivemos um “choque”. (GUÉRIOS, 2002, p. 106-107).

O episódio descrito anteriormente chama a atenção para como o professor deve estar atento ao encaminhamento do seu trabalho em sala.

No que diz respeito a como o professor procura trabalhar a Matemática com seus estudantes, manifestações como: “*Da forma mais variável possível (situações-problema, desafios, jogos, entre outros) [...]*”⁸⁹; “*Sempre com material concreto e jogos*”⁹⁰, embora explicitem situações defendidas por muitos autores, em relação às potencialidades dos materiais manipuláveis para os estudantes dos anos iniciais construir conceitos e aos poucos irem abstraindo as informações, o uso desse material não garante uma aprendizagem significativa.

Tendo como exemplo o fato descrito em Guérios (2002), o estudante pode estar manipulando o material sem com isso estar internalizando o que está fazendo. Em outras palavras, é o ensino tradicional só que com material manipulativo.

Para que essa situação seja superada, vem a importância de a formação do professor, seja ela inicial, continuada e/ou em serviço, dar subsídios teóricos que favoreçam o repensar a prática.

⁸⁸ Manifestação Q3.P6.

⁸⁹ Manifestação Q5.P2.

⁹⁰ Manifestação Q5.P4.

Repensar a prática, segundo Guérios (2002) e Burak (informação verbal)⁹¹, sugere, entre alguns aspectos: a visão de currículo em rede, a importância de as novas metodologias chegarem à sala de aula, oportunizar ao estudante indagar e questionar aspectos presentes em circunstâncias reais, enfim, redefinir o papel do estudante e do professor no processo de ensino e aprendizagem.

⁹¹ Colocação explicitada pelo autor em encontro do Grupo de Estudo de Educação Matemática, ocorrido no dia 16 de junho de 2011, nas dependências da Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou investigar as contribuições que a Modelagem Matemática pode oferecer ao ensino da Matemática, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, tomando como base implicações do trabalho com a Modelagem a partir da Educação Matemática na perspectiva das Ciências Humanas e Sociais, com o objetivo de: a) Contribuir com a inserção da Modelagem Matemática como uma metodologia de ensino e aprendizagem no âmbito dos anos iniciais; b) Apontar, após reflexões analíticas, as explicitações dos professores relacionadas às perspectivas de utilização da Modelagem Matemática nos anos iniciais.

Nesse sentido, apresentamos a seguir os principais resultados obtidos.

Em relação à Modelagem como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais, a pesquisa constatou que, mesmo a Modelagem sendo tema de estudo da Educação Matemática, há quase três décadas, ainda não se consolidou como uma metodologia de ensino e aprendizagem na Educação Básica. Em relação aos anos iniciais, essa situação se mostra mais acentuada.

O fato descrito anteriormente não é um caso isolado do trabalho com a Modelagem. Burak (2010) percebe professores dos anos iniciais demonstrando desatualização em relação às inovações metodológicas, de modo geral.

Nacarato, Mengali e Passos (2009) consideram que o trabalho com a Matemática, desenvolvido por professores dos anos iniciais, tem sinalizado fragilidades na formação inicial. Para essas autoras, um resgate histórico nos movimentos curriculares envolvendo a Matemática, que contribuíram para a consolidação da Educação Matemática, revela que as recomendações de adoção de novas práticas metodológicas, voltadas ao ensino dessa disciplina, têm se mostrado impotentes para romper com a cultura da aula tradicional, estruturada na resolução de exercícios.

As análises e interpretações dos documentos envolvendo o trabalho com a Modelagem, como metodologia de ensino e aprendizagem nos anos iniciais, no que diz respeito à relação dos professores com a Matemática, enseja voltar o olhar à formação do professor, seja ela inicial, continuada e/ou em serviço. Nesse sentido, foram fundamentais autores, como Freire (1981, 2005), D'Ambrosio (1999) e Libâneo (2006).

O segundo resultado que a pesquisa evidenciou diz respeito ao fato de os professores explicitarem diferentes perspectivas de uso da Modelagem.

A maioria demonstra ter uma visão reducionista da Modelagem, confirmando colocações de Chaves e Espírito Santo (2008), ao colocarem que entendem a Modelagem

como o desenvolvimento de um projeto, ou adequada para momentos especiais, como atender estudantes do contraturno.

A pesquisa mostrou que alguns professores percebem a Modelagem como uma metodologia de resolução de problemas, só que acrescida de um modelo concreto no final, como maquete, horta, terrário e outros. Denotando inclusive preocupação excessiva com a confecção do modelo. A respeito desse fato, Burak (2010) chama a atenção para esse entendimento equivocado da Modelagem, pois o trabalho com a Modelagem pode resultar na obtenção de um modelo concreto, mas isso não é obrigatório ocorrer e nem deve ser o foco do trabalho do professor. Nesse sentido, Klüber (2010) faz uma importante contribuição ao afirmar que uma lista de supermercado pode ser considerada um modelo, na perspectiva de Modelagem para que esta pesquisa voltou o seu olhar.

Outros percebem a Modelagem como uma metodologia inadequada para os anos iniciais, indo na contramão de estudos realizados por autores, como Burak (1992, 2010) e Caldeira (2007), bem como dos trabalhos analisados na presente pesquisa e que são descritos no Anexo D.

A pesquisa também permitiu evidenciar que a utilização da Modelagem enquanto metodologia de ensino, suscita aspectos considerados facilitadores para o desenvolvimento do processo de ensino. Em relação a esses aspectos, encontramos autores que, embora sobre perspectivas diferentes, percebem a riqueza que um trabalho norteado pela Modelagem pode propiciar.

Para Barbosa (2001, p. 29) as atividades desenvolvidas, tendo por fio condutor a Modelagem, favorecem o indagar e o questionar aspectos presentes em circunstâncias reais. Dessa maneira, a Matemática deixa de ser um *fim* para ser um *meio*, ou seja, um instrumento de reflexão das situações sociais.

Para Meyer (2007), a Modelagem é uma alternativa de aproximação entre a Matemática escolar e a realidade que se faz presente no dia a dia das pessoas.

Chaves e Espírito Santo (2008) percebem a Modelagem como um ambiente de ensino e aprendizagem que favorece a formação holística do estudante, uma vez que permite o diálogo com as demais áreas do conhecimento.

Essas percepções a respeito do trabalho com a Modelagem evidenciam elementos que facilitam o processo de ensino e aprendizagem.

No sentido contrário, manifestações explicitadas por meio das fichas de avaliação e das respostas as questões do questionário, assim como trabalhos dos autores Chaves e Espírito

Santo (2008) e Burak (2010) sinalizam a formação do professor como um dos obstáculos que dificulta a visualização da Modelagem como uma metodologia possível de ser desenvolvida com estudantes do 1.º ao 5.º anos, do ensino de nove anos.

O desenvolvimento desta pesquisa possibilitou alvitrar um olhar mais cauteloso frente à resistência explicitada por alguns professores, quando apresentados a uma metodologia de ensino e aprendizagem envolvendo a Matemática, diferente daquela a que estão acostumados e/ou se sentem seguros para utilizar em suas aulas.

A análise dos trabalhos realizados respondeu ao questionamento inicial desta investigação em relação às contribuições que a Modelagem pode oferecer ao ensino da Matemática, nos anos iniciais.

A Modelagem favorece um ensino mais dinâmico, conseqüentemente, mais significativo para os estudantes, o estabelecimento de relações entre os conteúdos abordados e possibilita a interdisciplinaridade.

Em relação ao papel do professor, em um processo de ensino e aprendizagem, que utiliza a Modelagem como metodologia de ensino, fica redefinido, pois ele deixa de ser o mediador entre o conhecimento matemático elaborado e o conhecimento do estudante. Esse fato rompe com o ensino tradicional em que o professor é o centro do processo.

Embora, nessa perspectiva de trabalhar a Modelagem, seja possível romper com o ensino tradicional, a maioria dos professores não sente segurança para aplicá-la no contexto da sala de aula.

A visão de ter que efetivar um trabalho com a Matemática, obedecendo à linearidade em que os conteúdos estão dispostos na grade curricular da escola, não permite que o professor visualize as potencialidades da Modelagem e avance para uma metodologia mais dinâmica.

Esse, talvez, seja o grande desafio a ser vencido em relação ao trabalho com a Modelagem nos anos iniciais, reforçando assim a necessidade de trabalhos de pesquisa envolvendo a Modelagem, mais voltados para esse âmbito de ensino, bem como reflexões envolvendo a formação em serviço de professores que já atuam com esses estudantes.

Para Miorin (1998), a Educação Matemática, tanto em sua prática como nas discussões teóricas que a fundamentam, recebeu influência de ideias advindas de movimentos que, embora buscassem a Modernização da Matemática, historicamente não conseguiram superar os problemas relativos ao ensino dessa disciplina. Em alguns casos, agravaram ainda mais a situação.

Nesse sentido, a contribuição deste trabalho, frente às situações que permearam o delineamento desta pesquisa, incide sobre a necessidade de se efetivar um programa de capacitação em serviço que ofereça uma fundamentação teórica consistente em relação ao trabalho com a Modelagem na perspectiva assumida nesta pesquisa, assim como o acompanhamento do professor cursista quando ele for desenvolver em sala a proposta de trabalho que vivenciou por meio do referido programa de capacitação em serviço. Entretanto, visto que essa pesquisa foi realizada no âmbito das escolas públicas, a efetivação de um programa de capacitação como aqui descrito, requer vontade política dos órgãos competentes.

Os resultados das avaliações em larga escala, realizadas no Brasil nos últimos anos, apontam um quadro preocupante em relação à aprendizagem da Matemática que os estudantes demonstram dominar ao final de cada etapa da Educação Básica.

Contudo, essa situação envolvendo o processo de ensino e aprendizagem da Matemática nas escolas públicas só será revertida com a conscientização dos problemas existentes e a urgência destes serem assumidos e superados.

Nesse sentido, a presente pesquisa não se encerra aqui, ela aponta sua continuidade na busca de efetivar um programa de formação em serviço que promova a interlocução em aula e que aproxime instituições de ensino superior, professores, pesquisadores e estudantes, no trabalho com a Modelagem nos anos iniciais.

REFERÊNCIAS

- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais**: pesquisa quantitativa e qualitativa. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 2. ed. de 1999.
- ARAÚJO, J. L. Relação entre Matemática e realidade em algumas perspectivas de Modelagem Matemática na educação matemática. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007. p. 17-32.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational Psychology**: a cognitive view. 2. ed. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.)
- BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: ANPED, 2001. 1 CD-ROM. p. 1-15.
- _____. **Modelagem matemática na sala de aula**. Perspectiva, v. 27, pp. 65-74, 2003.
- _____. **Modelagem matemática**: O que é? Por quê? Como? Veritati, n. 4, pp. 73-80, 2004.
- BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Ed. Contexto, 2004.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática como método de ensino aprendizagem de matemática em cursos de 1º e 2º graus**. 1990. Dissertação de Mestrado. Rio Claro, Unesp, 1990.
- _____. **Modelagem matemática & implicações no ensino-aprendizagem de matemática**. Blumenau, Furb., 1999.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRAGANÇA, B. **Modelagem matemática na educação**: compreensão de significados. 2009. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática** – ensino de primeira a quarta série. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRAUTIGAM, V. L. L. **Modelagem matemática: construindo a interdisciplinaridade**. 2001. 74 f. Monografia (Especialização em Psicopedagogia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Guarapuava, 2001.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino da Matemática na 5.^a série**. 1987. 186 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, 1987.

_____. **Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Campinas, 1992. 459 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

_____. Formação dos pensamentos algébrico e geométrico: uma experiência com a modelagem matemática. **Pró-Mat. Paraná**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 32-41, 1998.

_____. A Modelagem Matemática e a sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – EPMEM, 1., Londrina. **Anais...** Londrina, 2004. 1 CD-ROM.

_____. Modelagem Matemática: experiências vividas. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – CNMEM, 4., 2005, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2005. 1 CD-ROM.

_____. Uma perspectiva de Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem da Matemática. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. (Orgs.). **Modelagem Matemática: uma perspectiva para a educação básica**. Ponta Grossa, Editora UEPG, 2010. p. 15-38.

BURAK, D.; KLÜBER, T. Educação matemática: contribuições para a compreensão de sua natureza. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 10, n. 2, p. 93-106, jul./dez. 2008a.

_____. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008b.

_____. Modelagem Matemática na educação básica numa perspectiva de educação matemática. In: BURAK; PACHECO; KLÜBER. (Org.). **Educação matemática: reflexões e ações**. Curitiba: CRV, 2010. v. 1. p. 147-166.

CALDEIRA, A. D. A Modelagem Matemática e suas relações com o currículo. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – CNMEM, 4., 2005, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2005. 1 CD-ROM.

_____. Etnomatemática e suas relações com a educação matemática na infância. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife: SBEM, 2007. p. 81- 98.

CARRAHER, T. N.; CARRAHER, D. W.; SCHLIEMANN, A. D. **Na vida dez, na escola zero**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CHAVES, M. I. A; ESPÍRITO SANTO, A. O. Modelagem Matemática: uma concepção e várias possibilidades. **Bolema**, Rio Claro, v. 21, n. 30, p. 149-161, 2008.

CURITIBA. **Diretrizes Curriculares para a educação municipal de Curitiba - Ensino Fundamental**, v. 3. Curitiba: SME, 2006.

CURY, H. N. **As concepções de Matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos**. 1994. 277 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer**. São Paulo: Ática, 1990.

_____. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática**. 2. ed. São Paulo: Sumus editorial, 1996.

_____. A história da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na educação matemática. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 9-115.

_____. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

_____. **Educação matemática da teoria à prática**. 9. ed. Campinas: Papirus, 2002.

_____. Prefácio. In: BORBA, M; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p. 9-21.

DIAS, J. L.; SMITH, S. D. C. Atividades em Modelagem Matemática como princípio gerador de um ambiente de aprendizagem nas séries iniciais. In: ENCONTRO PARAENSE DE MODELAGEM MATEMÁTICA – EPAMM, 3., 2010, Marabá. **Anais...** Marabá, 2010. p. 1-12. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/epamm2010/media/system>>. Acesso em: 22 jul. 2011.

DORE, R. Gramsci e o debate sobre a escola pública no Brasil. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 26, n. 70, p. 329-352, set./dez. 2006.

FALCÃO, J. T. R. **Psicologia da Educação Matemática: uma introdução**. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em educação matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas: Autores Associados, 2007.

FREIRE, P. **Educação e mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 42. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GRILLO, M. C. Prática Docente: Referência para Formação do Educador. In: CURY, N. H. (Org.). **Formação de professores de Matemática: uma visão multifacetada**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001.

GUÉRIOS, E. Modelação Matemática: uma proposta concreta. **BOLETIM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática**, Blumenau, n. 27, p. 2-3, 1995.

_____. **Espaços oficiais e intersticiais da formação docente**: histórias de um grupo de professores na área de Ciências e Matemática. 2002. 234 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

_____. A formação de professores e a inclusão social. In: GUÉRIOS, E.; STOLTZ, T. (Orgs.). **Educação, inclusão e exclusão social**: contribuições para o debate. Curitiba: Aos Quatro Ventos, 2007. p. 22-38.

KRAMER, S. Proposta pedagógica ou curricular: subsídios para uma leitura crítica. **Educação & Sociedade**, v. 18, n. 60, p. 15-35, dez. 1997.

KILPATRICK, J. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a educação matemática como campo profissional e científico. **Zetetiké**, Campinas, v. 4, n. 5, p. 99-120, jan./jun. 1996.

KLINE, M. **El fracasso de la matemática moderna**. Porquê Juanito no sabe sumar? 18. ed. México: Siglo XXI Editores, 1998.

KLÜBER, T. E. Modelagem matemática: revisitando aspectos que justificam a sua utilização no ensino. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. (Orgs.). **Modelagem matemática**: uma perspectiva para a Educação Básica. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010. p. 97-114.

KLÜSENER, R. Ler, escrever e compreender a matemática, ao invés de tropeçar nos símbolos. In: NEVES, I. C. B. et al. (Orgs.). **Ler e escrever**: compromisso de todas as áreas. 2. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1999. p. 175-189.

KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**: teoria da ciência e prática da pesquisa. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

LIBÂNEO, J. C. Diretrizes curriculares da pedagogia: imprecisões teóricas e concepção estreita da formação profissional de educadores. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 27, n. 96, p. 843-876, out. 2006.

LINS, R. C. Matemática, monstros, significados e educação matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Orgs.). **Educação matemática**: pesquisa em movimento. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2005. p. 92-120.

LUNA, A. V. A; SOUZA, E. G.; SANTIAGO, A. R. C. M. A Modelagem Matemática nas séries iniciais: o germém da criticidade. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 135-157, 2009.

MACEDO, L. Para uma psicopedagogia construtivista. In: ALENCAR, E. S. (Org.). **Novas contribuições da Psicologia aos processos de ensino e aprendizagem**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2001. p. 119-140.

MACHADO, E. S. **Modelagem matemática e resolução de problemas**. 2006. 140 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MACHADO, S. R. C. A inserção da Modelagem Matemática nas séries iniciais. In: ENCONTRO GAÚCHO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2009, Ijuí. **Anais...** Ijuí: Unijuí, 2009. Disponível em: <http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cd_egem/fscommand/MC/MC_4.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2011.

MEYER, J. F. C. A. Prefácio do texto do GT10: Modelagem Matemática (11-13). In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Modelagem Matemática na Educação Brasileira: pesquisas e práticas educacionais**. Recife, PE: SBEM - Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. v. 3. p. 1-268.

MIORIM, M. A. **Introdução à história da educação matemática**. São Paulo: Atual, 1998.

NACARATO, A. M.; MENGALI, B. L. S; PASSOS, C. L. B. **A Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: tecendo fios do ensinar e do aprender**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Departamento de Educação Básica. **Diretrizes curriculares da educação básica: Matemática**. Curitiba: SEED, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br>>. Acesso em: 13 ago. 2011.

PIMENTA, S. G. Professor pesquisador: mitos e possibilidades. **Contrapontos**, Itajaí, v. 5, n. 1, p. 9-22, jan./abr. 2005.

RAIMUNDINI, S. M. **Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de Matemática de 3.^a e 4.^a séries do 1.^o grau**. Guarapuava, 1990. 46 f. Monografia (Especialização em Ensino de Matemática e Ciências de 1.^a a 4.^a série) – Fundação Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava, Guarapuava, 1990.

RIUS, E. B. La educación matemática: una reflexión sobre su naturaleza y sobre su metodología. **Educación Matemática**, México, v. 1, n. 2, p. 28-42, ago. 1989a. (Primeira parte).

_____. La educación matemática: una reflexión sobre su naturaleza y sobre su metodología. **Educación Matemática**, México, v. 1, n. 3, p. 30-36, dez. 1989b. (Segunda parte).

SANTOS, M. E. P. **Modelagem Matemática, uma metodologia alternativa, para o ensino de Matemática na 4.^a série do 1.^o grau**. 1990. 62 f. Monografia (Especialização no Ensino de Matemática de 1.^a a 4.^a séries) – Fundação Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava, Guarapuava, 1990.

SILVA, C. P. **A Matemática no Brasil: história de seu desenvolvimento**. 3. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2003.

SKOVSMOSE, O. **Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. São Paulo: Cortez, 2007.

STEINBACH, A. E. H. **Pecuária leiteira:** um estudo mediado pela modelagem matemática. 2000. 126f. Monografia (Especialização em Matemática) – Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – Faculdade de Ciências Humanas de Francisco Beltrão, 2000.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente:** elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

TOLEDO, M. B. A.; TOLEDO, M. A. **Teoria e prática de matemática:** como dois e dois. 1. ed. São Paulo: FTD, 2010.

VERGNAUD, G. **A criança e a realidade:** problemas do ensino da Matemática na escola elementar. Curitiba: Ed. da UFPR, 2009.

ANEXO A – Questionário

Questionário desenvolvido no ambiente *Survey* e disponibilizado para os possíveis participantes da pesquisa que não se mostraram contrários em recebê-lo no momento da pesquisa exploratória.

1. Qual a sua formação acadêmica e em que ano a concluiu?

2. Há quantos anos você atua no magistério? Desses, quantos dedicados aos anos iniciais da educação básica (Ciclo I e Ciclo II)?

3. Como você percebe sua relação com a Matemática?

4. Como você percebe a relação dos estudantes com a Matemática?

5. Segundo sua prática profissional, como os conteúdos matemáticos devem ser trabalhados nas séries iniciais (Ciclo I e/ou Ciclo II)?

6. Em quais conteúdos matemáticos você considera que os estudantes apresentam maiores dificuldades? Procure detalhar sua resposta.

7. Recentemente, você participou de um curso, de formação continuada, envolvendo a Modelagem Matemática.

**Qual (ais) o (s) motivo (s) de sua opção em participar do referido curso?
Quais as suas considerações a respeito do curso em questão?**

8. O referido curso atendeu sua(s) expectativa(s) quanto ao tema Modelagem Matemática? Procure explicitar o motivo da sua resposta.

9. Durante a realização desse curso, ou após o seu término, você desenvolveu, ou vem desenvolvendo, algum trabalho na perspectiva da Modelagem Matemática? Se sim, procure descrevê-lo de forma detalhada. Caso não, por favor, procure explicitar o motivo.

10. Você teria interesse em participar de um novo curso dentro da perspectiva da Modelagem Matemática? Por favor, se possível, justifique sua resposta e faça as considerações que entender necessárias sobre a Modelagem Matemática e sua aplicabilidade em sala de aula.

ANEXO B – Ficha de avaliação

Ficha de avaliação utilizada pela SME para avaliar os cursos ofertados a seus profissionais.

 CURITIBA PREFEITURA DA CIDADE Secretaria da Educação	Prefeitura Municipal de Curitiba Secretaria Municipal da Educação Superintendência de Gestão Educacional
AVALIAÇÃO	
Turno: Manhã () Tarde () Noite () Data: ____/____/____	
Nome do docente: _____	
Oficina/palestra: _____	
Local: _____	
Função atual: () Educador () Professor () Pedagogo () Diretor () Vice-Diretor () Outra. Qual? _____	
1. O domínio do conteúdo demonstrado pelo docente foi: () ruim () regular () bom () ótimo	
2. O nível de clareza e de objetividade na condução do trabalho foi: () ruim () regular () bom () ótimo	
3. Na abordagem dos conteúdos, a relação entre teoria e prática mediada pelo docente foi: () ruim () regular () bom () ótimo	
4. Seu conhecimento ANTERIOR sobre o tema abordado era: () ruim () regular () bom () ótimo	
5. Seu conhecimento POSTERIOR sobre o tema abordado é: () ruim () regular () bom () ótimo	
6. A possibilidade de aplicação dos conteúdos apreendidos no seu trabalho é: () ruim () regular () bom () ótimo	
Justifique: _____ _____ _____	
7. Comentários: _____ _____ _____	

ANEXO C – Respostas às questões do questionário

1. Qual a sua formação acadêmica e em que ano a concluiu?

P1. *Pedagogia, 1998.*

P2. *Pedagogia, 2001.*

P3. *Pedagogia, 2005.*

P4. *Normal Superior, 2006.*

P5. *Pedagogia, 1989.*

P6. *Normal Superior, 2002.*

P7. *Matemática, 1998.*

P8. *Pedagogia, 1993.*

P9. *História, 1991.*

2. Há quantos anos você atua no magistério? Desses, quantos dedicados aos anos iniciais da educação básica (Ciclo I e Ciclo II)?

P1. *14 anos, 9 anos.*

P2. *7 anos, 3 anos.*

P3. *4 anos.*

P4. *21 anos.*

P5. *10 anos, 5 anos.*

P6. *24 anos.*

P7. *16 anos.*

P8. 19 anos.

P9. 9 anos.

3. Como você percebe sua relação com a Matemática?

P1. *Desastrosa. Sempre tive, e tenho até hoje, muita dificuldade com a Matemática.*

P2. *Boa. Na minha caminhada escolar, sempre tirei boas notas em Matemática.*

P3. *Razoável. Não é minha disciplina favorita, contudo, consigo superar as situações em que tenho que usar a Matemática.*

P4. *A Matemática sempre foi a matéria mais difícil para mim. Não tenho uma boa relação com a Matemática. Do meu tempo de escola, só me lembro do arme e efetue, das “tomadas” da tabuada e dos problemas que tinham que ser resolvidos seguindo sempre a mesma sequência: sentença matemática, depois o algoritmo e ainda a resposta completa. De 5.^a a 8.^a, de pouca coisa me recordo, só que sempre ficava em recuperação, mas nunca reprovei.*

No Magistério, também a Matemática foi um mistério. A disciplina de Didática da Matemática também não foi fácil. Tive que estudar muito.

P5. *Complicadíssima. Não tenho a menor aptidão para Matemática. Acho extremamente difícil.*

P6. *Na época em que eu estudava, conseguia tirar nota em Matemática sempre ali, no limite. Acho uma disciplina complexa. Admiro quem tem facilidade para ela. Minha relação com a Matemática é a mais delicada possível. Procuro não passar essa minha visão para meus alunos.*

P7. *Ótima. Tirando a época da faculdade.*

P8. *Um verdadeiro desastre.*

P9. *Se fosse para dar uma nota de 0 a 10, sendo 0 péssimo e 10 excelente, eu teria nota 5. Não sou nenhum gênio da Matemática, mas consigo sobreviver quanto tenho que usá-la de maneira mais específica.*

4. Como você percebe a relação dos estudantes com a Matemática?

P1. *Os alunos demonstram gostar da Matemática, embora apresentem muita dificuldade em conceitos básicos.*

P2. *Interessante. A maioria dos alunos usa a Matemática com certa compreensão no seu dia a dia, mas muitas vezes não consegue relacionar esse conhecimento com o que é trabalhado em sala de aula. Quando trabalhei na educação infantil, embora não diretamente em sala de aula, percebi o quanto as crianças pequenas gostam de Matemática, tudo querem contar, comparar, mas, ao longo dos anos, a escola acaba tirando este “gostar” da Matemática. Vocês pesquisadores devem investigar muito esse fato e procurar responder a esse distanciamento dos alunos com a Matemática.*

P3. *Precária. Os alunos chegam ao 5.º ano com dificuldades básicas em relação às quatro operações e sem dominar a maioria dos termos matemáticos.*

P4. *Por ser terceiro ano, os alunos sentem dificuldades com o sistema de numeração decimal e os algoritmos. Eles até que gostam da Matemática, mas ela é muito complexa nesse ano de escolaridade.*

P5. *Eles gostam. Na oralidade, eles se saem bem. Quando chega a hora da sistematização, a coisa muda totalmente.*

P6. *A turma com que estou trabalhando neste ano adora Matemática. Essa é uma característica nas turmas do ciclo I.*

P7. *Eles não percebem a utilidade da Matemática, embora a utilizem diariamente. É uma relação bem complicada, alguns adoram, outros detestam.*

P8. Boa. Os alunos gostam embora apresentem muita dificuldade em entender a linguagem matemática e consequentemente os conceitos matemáticos.

P9. Os estudantes apresentam dificuldades em todas as disciplinas. Na Matemática, o caso é bem mais crítico. Ou o aluno sabe bem ou não sabe quase nada.

5. Segundo sua prática profissional, como os conteúdos matemáticos devem ser trabalhados nas séries iniciais (Ciclo I e/ou Ciclo II)?

P1. De maneira bem concreta e priorizando o uso de materiais manipuláveis.

P2. Da forma mais variável possível (situações-problema, desafios, jogos, entre outros). Tento instigar ao máximo meus alunos. Pena que a maioria desiste fácil frente a qualquer dificuldade.

P3. Com diferentes situações-problema, exercícios de lógica, jogos e variados materiais manipulativos.

P4. Sempre com material concreto e jogos.

P5. Como estou trabalhando com ciclo I (2.º ano), trabalho bastante com material manipulável: palitos, material dourado, canudinhos, régua numérica, blocos lógicos, jogos e outros. Ainda não utilizei o ábaco, pretendo fazê-lo no 2.º semestre. A escola em que trabalho tem muito material para auxiliar as aulas de Matemática.

P6. Utilizando bastante material concreto. Hoje parece que não é mais concreto e sim material manipulativo. Seja lá a denominação que for, percebo que é importante o aluno poder “sentir” o que está fazendo, “pegar” os palitinhos, contar, separar, juntar, etc. Também procuro fazer com que os alunos percebam a Matemática do dia a dia, como: distância da escola até a casa, altura, duração do tempo de atividades, calendário, etc.

P7. Por meio de situações-problema, exercícios de lógica, diferentes formas de registro de uma mesma situação, muita oralidade (o aluno argumentando o caminho que seguiu para chegar à resposta), jogos, materiais diversos (tampinha, palitos, material dourado, geoplano, entre outros).

P8. *Os conteúdos matemáticos devem ser apresentados a partir de situações reais do dia a dia do aluno.*

P9. *Proponho problemas de diferentes tipos e que possibilitem várias soluções. Gosto de trabalhar com jogos e exercícios de lógica.*

6. Em quais conteúdos matemáticos você considera que os estudantes apresentam maiores dificuldades? Procure detalhar sua resposta.

P1. *Frações, divisão, combinatória e resolução de problemas. Como já coloquei anteriormente, faltam conceitos básicos para um entendimento mais aprofundado da Matemática.*

P2. *Interpretação de situações-problema e frações. A interpretação tem ligação com a dificuldade de leitura. Já a dificuldade em fração é por se tratar de um conteúdo complexo para os anos iniciais. Muitos alunos ainda não entendem a divisão.*

P3. *Interpretação de enunciados de exercícios e nas frações.*

Com relação à interpretação de enunciados, os alunos nem leem o que está sendo pedido e saem fazendo contas. Alguns por não estarem acostumados com essa dinâmica de trabalho e outros por realmente não conseguirem interpretar o que leram.

As frações, no que se refere à ideia de perceber que um todo pode ser dividido em diferentes partes.

P4. *Acho que me adiantei e acabei respondendo na questão 4. Os conteúdos em que os alunos apresentam mais dificuldade é entender a estrutura do sistema de numeração decimal, as “trocas” entre unidade, dezena e centena são bem complexas de serem entendidas, e fica muito mais complicado quando é apresentado o algoritmo.*

P5. *Entender o sistema de numeração decimal, composição e decomposição de números e valor posicional. Por mais que eu utilize o material dourado, na hora de fazer o registro no caderno, os alunos se perdem.*

P6. *Resolver situações-problema. Eles sabem contar, representar quantidades, associar quantidade a algarismo, mas quando vão resolver alguma situação-problema parece que*

esquecem tudo o que sabem. Outro conteúdo é entender a organização do nosso sistema de numeração decimal e a relação hierárquica presente nas quantidades.

P7. Todos. O currículo de Matemática deve ser repensado urgentemente. Ensinamos muita coisa, porém superficialmente.

P8. Com certeza em assimilar o SND e suas propriedades, no ciclo I (1.º ao 3.º ano). Em relação ao ciclo II, as frações, divisão, decimais, porcentagem e interpretação de problemas.

P9. Os conteúdos em que os alunos do ciclo II apresentam dificuldades são de geometria, em cálculo de área e perímetro; operações com frações; divisão e resolução de problemas.

Como eles chegam defasados em conteúdos básicos para a série em que estão, não entendem o conteúdo que deveria ser abordado no ciclo II. Na Matemática, não adianta querer seguir com o conteúdo se a turma ainda não dominou um conteúdo básico. Tem que ensinar o que eles ainda não sabem. Porém, há cobrança em relação ao resultado do IDEB, o que interfere extremamente no trabalho do professor em sala de aula.

7. Recentemente, você participou de um curso, de formação continuada, envolvendo a Modelagem Matemática.

Qual (ais) o (s) motivo (s) de sua opção em participar do referido curso?

Quais as suas considerações a respeito do curso em questão?

P1. Primeiramente, todo curso de que participo tem como objetivo principal melhorar minha prática em sala de aula. Com esse, não foi diferente. O segundo motivo foi a curiosidade pelo tema e o terceiro, a necessidade de horas em curso de formação continuada para avanço profissional.

Interessante, mas difícil de ser aplicado em sala de aula.

P2. Buscar subsídios que venham contribuir para o meu trabalho em sala de aula. Interesse pessoal pela Matemática. Avanço profissional. Estar atualizada com as tendências apresentadas nas Diretrizes Curriculares de Curitiba.

P3. Dificuldade em trabalhar os conteúdos matemáticos em sala de aula. Ampliar o conhecimento profissional/pessoal. Pouco conhecimento do tema.

Talvez a Secretaria devesse disponibilizar um modelo de ementa do curso, ou o projeto do curso, para os participantes. O curso foi muito rápido e o que se via em um encontro não parecia ter muita relação com o que era apresentado no encontro seguinte.

P4. Minha dificuldade pessoal em lidar com a Matemática. Interesse em buscar alternativas para ensinar melhor a Matemática. Necessidade de horas de curso para avanço profissional. Incentivo da pedagoga da escola.

Foi muito teórico. Embora a turma fosse bem divertida, considero que foi muito superficial o curso. Ficávamos muito tempo discutindo uma mesma coisa. Não posso afirmar, mas acredito que o conteúdo que havia sido planejado para o curso não foi contemplado em sua totalidade.

P5. Principalmente, em virtude da dificuldade que tenho em relação aos conteúdos matemáticos.

O curso poderia ter sido mais prático.

P6. Vontade de aprender coisas novas; levar novidades para a sala de aula e a oportunidade de trocar experiências com outros colegas.

O curso, como todos os oferecidos pela Secretaria, foi muito curto, então, não deu para entender bem a proposta do conteúdo abordado.

P7. Primeiro, pela minha formação. Segundo, por não saber quase nada a respeito de modelagem matemática. Terceiro, aperfeiçoamento profissional. Quarto, a necessidade de pontos para avanço profissional.

O curso foi muito básico. Poderia ter se aprofundado mais em como desenvolver um trabalho com a Modelagem Matemática.

P8. Conhecer o assunto para poder discutir com os professores na escola. Necessidade de atualização.

O curso trabalhou seguindo a linha da Modelagem Matemática como sendo resolver um problema e depois apresentar um modelo que represente a solução do problema. Foi interessante.

P9. *Interesse pelo assunto e por perceber a importância de estar buscando melhorar e aprimorar minha atuação em sala de aula.*

Apesar de já ter-se passado um bom tempo do curso, lembro que não gostei. Foi muito fraco em termos de aplicações em sala de aula.

8. O referido curso atendeu sua(s) expectativa(s) quanto ao tema Modelagem Matemática? Procure explicitar o motivo da sua resposta.

P1. *Sinceramente, não. O curso foi bom, mas realmente ainda não sei o que é Modelagem Matemática. Para mim, parece ser outra maneira de resolver situações problema.*

P2. *Parcialmente, preciso estudar mais o tema. A meu ver, um curso de 20 horas presenciais com mais 4 horas à distância, com encontros de 4 horas, que acabam virando três (contando atrasos para iniciar, intervalos de meia hora e saídas antecipadas), com espaço de 15 dias entre um encontro e outro, não consegue abranger plenamente uma tendência metodológica, seja ela qual for, ainda mais Modelagem Matemática. Sinceramente, fez-me lembrar muito o trabalho com projetos e temas geradores.*

P3. *Esperava mais do curso. Como a Modelagem Matemática vem sendo muito discutida nos últimos tempos, pensava que o curso seria mais inovador. Pareceu-me mais uma resolução de problema, só que com uma situação-problema bem mais complexa e que exige um tempo maior para solucioná-la.*

P4. *Eu só havia ouvido falar de Modelagem Matemática. Tinha uma imagem totalmente diferente do que seria a Modelagem Matemática. Fui para o curso sem muitas expectativas, mais por curiosidade. O trabalho com a Modelagem é, na verdade, trabalhar como se fosse um projeto. Não percebi como algo novo.*

P5. *Fui mais para conhecer o tema. Nesse sentido, o curso atendeu minhas expectativas.*

P6. *Não. Fazia outra ideia de Modelagem Matemática. No fundo, Modelagem é o trabalho com projetos, só que com um nome mais bonito.*

P7. *Não. Como já coloquei anteriormente, o curso foi muito básico.*

P8. *Sim. Como não conhecia quase nada de Modelagem Matemática, deu para ter uma ideia do que se trata.*

P9. *De maneira alguma, não entendi quase nada. Teria que refazer o curso para iniciantes antes de partir para um aprofundamento na Modelagem.*

9. Durante a realização desse curso, ou após o seu término, você desenvolveu, ou vem desenvolvendo, algum trabalho na perspectiva da Modelagem Matemática? Se sim, procure descrevê-lo de forma detalhada. Caso não, por favor, procure explicitar o motivo.

P1. *Tentei, mas, como estava atrasada com o conteúdo anual, não apliquei. Minha tentativa envolvia a construção de uma horta, mas os alunos ficaram muito agitados e abandonei a ideia.*

P2. *Sim, de maneira bem simples, analisamos o consumo de água. Para tanto, cada aluno trouxe a conta de água de sua casa e a partir do número de pessoas residentes em cada casa, fizemos algumas análises. Construímos gráficos e no final elencamos procedimentos que auxiliam a economizar água.*

P3. *Sim. Fizemos uma maquete da escola. A confecção do material foi bem divertida. Os alunos não viam a hora de poder mostrar a maquete para as outras turmas. Mas é um trabalho que requer muito preparo do professor. Não foi fácil trabalhar com a noção de escala, principalmente, por envolver fração.*

P4. *Não. Na escola em que trabalhava na época, a dinâmica era outra. Todo mês, a escola escolhia um tema a ser trabalhado (por exemplo: meio ambiente) e cada turma desenvolvia os conteúdos pertinentes a cada área dentro do tema escolhido.
A Modelagem não permite esse trabalho unificado.*

P5. *Não. Não me senti segura para desenvolver um trabalho com a Modelagem Matemática.*

P6. *Sim. Construímos uma maquete da sala de aula. Os alunos fizeram algumas medições e procuramos adequar as medidas reais ao espaço de que dispúnhamos para confeccionar a maquete. Tomou um tempo considerável das aulas, a professora de Artes até me ajudou, mas*

percebi que quem mais trabalhou os conteúdos matemáticos fui eu. Os alunos não sabiam relacionar o tamanho real com o tamanho que seria usado na maquete.

P7. Tentei, mas não deu muito certo. Os alunos não se envolveram como eu havia pensado que se envolveriam. A ideia inicial era montar um terrário com os alunos, já pensando na feira de Ciências. O terrário acabou sendo construído sem muito interesse no conteúdo matemático.

P8. Não. Sendo pedagoga, fica difícil entrar em sala para desenvolver atividades com os alunos. Repassei os textos que recebi durante o curso para os professores.

P9. Não. Como não entendi o que estava sendo apresentado no curso, não levei a proposta para sala de aula. Não consigo trabalhar algo em que eu não tenha segurança.

10. Você teria interesse em participar de um novo curso dentro da perspectiva da Modelagem Matemática? Por favor, se possível, justifique sua resposta e faça as considerações que entender necessárias sobre a Modelagem Matemática e sua aplicabilidade em sala de aula.

P1. Não, prefiro cursos envolvendo resolução de problemas, que a meu ver é a Modelagem, só não precisa construir um modelo no final.

Fica difícil fazer considerações sobre algo que não domino, mas não percebo a Modelagem Matemática como algo que possa ser aplicado em sala de aula com os estudantes dos ciclos I e II. Talvez com os maiores funcione. A confecção de um modelo no final toma muito tempo da aula e nem sempre fica algo significativo para os alunos.

P2. Sim, sempre é bom aprender, mas desde que com outro docente. Olha não estou dizendo que não gostei do docente, mas gostaria de ouvir outras pessoas falando de Modelagem Matemática, acredito que outras percepções podem ser benéficas nesse momento de conhecimento do que realmente seja a Modelagem Matemática.

A Modelagem Matemática pode ser aplicada em sala de aula desde que o professor tenha claros, em seu planejamento, os objetivos que deseja alcançar. Requer também que a escola esteja ciente do trabalho que será realizado em sala. Da maneira como somos cobradas com relação aos conteúdos que temos que ir propondo, fica difícil o trabalho com a Modelagem Matemática.

P3. *Sim. O curso foi bom, mas não deu para entender realmente o que é a Modelagem Matemática e como realizar um trabalho pedagógico tendo-a como metodologia.*

Não posso afirmar se é possível ser aplicada em sala de aula somente tendo por base o curso de que participei.

P4. *Difícil de responder, mas a princípio não. Tenho interesse em cursos que envolvam jogos matemáticos ou o trabalho com materiais manipulativos.*

A Modelagem Matemática é o trabalho com projetos, só que com outro nome. Parece ser razoável utilizá-la no contraturno.

Na sala de aula, limita muito o trabalho. Fica-se muito tempo com um tema, o que desestimula os alunos.

P5. *Se for como o de que eu já participei, não. Agora, se realmente for um aprofundamento, sim.*

P6. *Não. Só se bem direcionado ao trabalho prático em sala de aula.*

Pelo que percebi no curso, Modelagem Matemática é fazer um projeto e no final apresentar algo confeccionado pelos alunos durante o desenvolvimento do projeto. No meu caso, o modelo foi a confecção da maquete.

P7. *No momento, não.*

O trabalho com a Modelagem Matemática implica priorizar alguns conteúdos para serem trabalhados, o que acaba deixando de lado outros, às vezes, até mais importantes para aquela série.

P8. *Não. O curso mostrou que a Modelagem é mais recomendada para alunos de 5.^a a 8.^a séries e Ensino Médio.*

Modelagem Matemática exige uma boa independência dos alunos em relação a conteúdos matemáticos. Não percebi como algo adequado às séries iniciais.

P9. *Penso que não.*

Modelagem Matemática, pelo pouco que entendi do assunto, é trabalhar todas as disciplinas juntas, tentando resolver um problema, e, no final, tem que apresentar um resultado concreto, por exemplo, uma maquete.

Essa proposta deve ser mais bem discutida na Rede como um todo. Na forma como ela aparece nas Diretrizes Curriculares de Curitiba, pouca coisa explica.

ANEXO D – Descrição dos trabalhos analisados

TRABALHO 1: MODELAGEM MATEMÁTICA, UMA METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NA 4.^a SÉRIE DO 1.º GRAU

O primeiro trabalho analisado é a monografia de Santos⁹² (1990), desenvolvida no curso de especialização no Ensino de Matemática de 1.^a a 4.^a séries da Fundação Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava (FAFIG), no ano de 1990, sob a orientação do Professor Dionísio Burak.

Santos (1990) coloca que o interesse pela Modelagem surgiu no decorrer curso de especialização, identificado no parágrafo anteriormente.

Segundo a autora, o trabalho foi desenvolvido com uma turma de 4.^a série composta por 38 estudantes, com idades entre 9 e 15 anos, no Colégio Estadual Dr. Cândido de Abreu – Ensino de 1.º e 2.º Graus, localizada no município de Cândido de Abreu – Estado do Paraná.

Conforme relata Santos (1990), o início do trabalho ocorreu com a escolha do tema pelos estudantes da turma. A ideia partiu de uma estudante da turma, sob influência da novela “A Gata Comeu”, que naquele momento estava sendo reprisada por uma emissora de TV. Como a sugestão dada agradou os estudantes, esses, em um primeiro momento, propuseram a pintura da escola. Entretanto, após algumas discussões, buscando evidenciar a real possibilidade de a tarefa de pintar toda a escola ser efetivada, os estudantes decidiram que o espaço a ser pintado não seria a escola em sua totalidade, mas sim a sala de aula.

Na sequência, foram comunicados a direção e os pais sobre o trabalho que seria realizado. Segundo Santos (1990), a direção mostrou-se bem receptiva. De início, alguns pais questionaram a proposta de trabalho, mas logo se integraram a ela.

Com o tema já escolhido, o passo seguinte envolvia obter verba para a efetivação da pintura da sala. Novamente os estudantes discutiram possibilidades de como poderiam obter os recursos necessários. Das sugestões apresentadas, escolheram realizar uma rifa de uma ovelha doada por um dos pais, frente ao entusiasmo da turma em realizar a atividade.

Segundo Santos (1990), para poderem realizar uma previsão sobre os custos da pintura da sala, era necessário calcular a superfície que receberia a pintura. Para tanto, foi utilizado o sistema de medidas.

Embora o objetivo fosse determinar a parte que seria pintada, Santos (1990) relata que, aproveitando o entusiasmo dos estudantes, extrapolaram os objetos que seriam realmente necessários de serem medidos. Os estudantes mediram o próprio corpo (com a ajuda de um colega), a sala, a porta, as janelas, as carteiras, o armário, o taco, a mesa, o rodapé, entre

⁹² Professora Maria Elena Prado dos Santos.

outros, utilizando diferentes instrumentos de medidas, padronizados (régua e fita métrica) e não padronizados (palmo e passos).

De posse dos registros dos estudantes, tiveram início a apresentação e a sistematização dos conteúdos matemáticos, entre eles: múltiplos e submúltiplos do metro, transformação de unidades, medidas de superfície, operações fundamentais envolvendo números inteiros e decimais, perspectiva, entre outros.

De acordo com Santos (1990), com a intenção de descobrir a área que seria pintada, foram abordados vários conteúdos matemáticos, que, em virtude do envolvimento dos estudantes, foram sendo estudados naturalmente. As dúvidas, quando apareciam, eram trabalhadas e superadas sem maiores problemas.

Após determinada a área a ser pintada, foram discutidos os tipos de tinta que seriam utilizados e a quantia a ser comprada de cada uma. Nessa etapa, segundo Santos (1990), foi trabalhado o conteúdo de volume e a proporção, que, como já havia ocorrido quando trabalhado o sistema de medidas, foram realizadas várias atividades.

Com o levantamento das tintas e dos demais materiais que seriam necessários para a efetivação da atividade proposta concluído, era hora de realizar a pesquisa de preço. Conforme explicita Santos (1990), os próprios estudantes realizaram a pesquisa de preço nas duas únicas casas de materiais de construção existentes, naquele momento, no município de Cândido de Abreu.

Os estudantes, com a professora, decidiram dispor os dados obtidos por meio da pesquisa de campo, em dois quadros, um para cada casa de material de construção, com o intuito de favorecer a visualização e a comparação dos valores de cada item consultado.

Escolhido o local em que seria comprado o material necessário para a pintura da sala e já sabendo o custo envolvido, segundo Santos (1990), foram realizadas algumas simulações de custo e quantidade de bilhetes a serem vendidos pelos estudantes, com o objetivo de estabelecer esses dois valores.

Santos (1990) coloca que cada estudante pôde perceber, por meio das simulações realizadas, a importância de tentar vender todos os bilhetes, pois a cada bilhete não vendido o valor arrecadado diminuiria.

Feitos os bloquinhos da rifa, e distribuídos entre os estudantes e a professora, o grupo decidiu que cada um ficaria responsável por vender os bilhetes da rifa em uma parte do município. Essa ação teve como objetivo tentar ampliar as possibilidades de venda.

À medida que certa quantidade de dinheiro era obtida, realizava-se a compra de alguns materiais, procurando evitar ao máximo que um produto tivesse o seu valor aumentado. De acordo com Santos (1990), esse procedimento permitiu abordar os conteúdos porcentagem e fração.

Com a venda da rifa acontecendo, constatou-se, frente ao interesse dos moradores da cidade pela rifa, a possibilidade da contratação de um pintor.

O sorteio da rifa aconteceu na sala de aula, no dia 13 de setembro de 1990. O bilhete sorteado pertencia ao pai de um professor da escola.

Segundo Santos (1990), apesar de nem todos os bilhetes terem sido vendidos, o dinheiro arrecadado possibilitou a pintura da sala e a realização de uma festinha na sala de aula, para comemorar o sucesso do trabalho realizado e inaugurar a sala reformada.

TRABALHO 2 – MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA METODOLOGIA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE 3ª E 4ª SÉRIE DO 1º GRAU

Trata-se da monografia de Raimundini⁹³ (1990), desenvolvida no curso de especialização no Ensino de Matemática e Ciências de 1.ª a 4.ª séries da Fundação Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava (FAFIG), no ano de 1990, sob a orientação do Professor Dionísio Burak.

Esse trabalho de monografia, segundo sua autora, foi realizado como uma atividade extracurricular, com um grupo de vinte estudantes de 3.ª e 4.ª séries do EF. Como a atividade seria desenvolvida, duas vezes por semana, sexta-feira à tarde e sábado pela manhã, portanto, fora do horário regular de aula, a participação dos estudantes ocorreu de maneira voluntária.

A escolha do tema *A Cultura do Café* foi realizada pelos estudantes. Para Raimundini (1990), a opção por um tema agrícola é decorrência de a maioria dos participantes do grupo serem filhos de agricultores e acompanharem seus pais em alguns momentos na lavoura.

Segundo Raimundini (1990, p. 17), o objetivo do trabalho foi delineado pelos estudantes após realizarem pesquisa na *Cooperativa dos Cafeicultores de Mandaguari* e assistirem a palestras ministradas por agrônomos especialistas em café.

O trabalho teve como objetivo verificar, a partir de dois tipos de café, se a quantidade de mudas necessárias para o plantio de um alqueire de terra seria alterada se a disposição das

⁹³ Professora Sônia Maria Raimundini.

mudas ocorresse em linhas ou colunas. O estudo foi realizado considerando-se um terreno de dimensões 200m x 121m.

Conforme relata Raimundini (1990, p. 20-21), por questões didáticas, o trabalho foi dividido em quatro etapas: *medidas do terreno; número de linhas; número de covas; número de mudas*.

A etapa seguinte envolvia o trabalho de campo. Os estudantes, com a professora, decidiram ir a um sítio, que estava sendo preparado para o plantio de algodão, realizar as medições necessárias.

Na hora de efetuar as medidas, de acordo com Raimundini (1990), surgiu a primeira questão a ser discutida pelo grupo: Qual seria o melhor instrumento de medida a ser utilizado na atividade proposta? Várias sugestões foram levantadas pelos estudantes. O dono do terreno, percebendo a discussão, informou que ele dispunha de uma corda de 20m e que se o grupo quisesse poderia emprestar. Os estudantes perceberam que a corda de 20m seria útil e a utilizaram.

A primeira medida a ser demarcada foi o perímetro do terreno. A cada 20m, um estudante colocava uma estaca, recolhida no sítio pelos próprios estudantes, demarcando o espaço já medido. Foi utilizado também o metro para obter com precisão a metragem de 200m x 121m.

Raimundini (1990), percebendo algumas dificuldades dos estudantes em relação ao conceito de área, ao retornar à sala de aula, orientou algumas atividades, nesse sentido, com superfícies menores e depois foi gradualmente ampliando as superfícies, sendo que a sequência escolhida por ela foi carteira, mesa, sala. Como o intuito era trabalhar o conceito de superfície, os estudantes construíram representações geométricas de retângulos em papel, com dimensões de 10cm x 20cm, as quais foram utilizadas como instrumento de medida para calcular a superfície da carteira e da mesa. Anotando os resultados obtidos, tendo como referência o instrumento inteiro. Por exemplo, no cálculo da superfície da mesa os estudantes observaram que couberam 24 instrumentos de medida. Para a medida da superfície da sala, o procedimento foi o mesmo, só o instrumento de medida que passou a ser cartolina de 1m².

Segundo Raimundini (1990), os estudantes começaram a perceber que utilizando a ideia de linhas e colunas, ou seja, multiplicação retangular, o resultado era obtido mais rapidamente.

O próximo passo envolveu representar o terreno, que era o objeto do estudo, no caderno. Para tanto, se fez necessário trabalhar a noção de escala. Começando pela carteira, depois a mesa e a sala, para, então, ser realizada a representação do terreno.

Desse ponto em diante, o trabalho de Raimundini (1990) foca os cálculos realizados pelos estudantes, dando poucas pistas de como os estudantes foram vencendo as atividades propostas.

No final do trabalho, Raimundini (1990) apresenta um quadro em que se observa que há diferença na quantidade de mudas necessárias para o plantio de um alqueire de terra, para os dois tipos de café, sendo que a opção pelo plantio das mudas no sentido das linhas (vertical) se mostrou ser a mais vantajosa.

Embora, Raimundini (1990) não explicita diretamente os conteúdos matemáticos abordados, a análise do trabalho permitiu identificar que foram contemplados: perímetro, área, sistema de medidas, transformação de unidades, proporção, escala, fração, números decimais, operações (adição, subtração, multiplicação e divisão) com números inteiros e decimais e tratamento da informação.

TRABALHO 3 – PECUÁRIA LEITEIRA: UM ESTUDO MEDIADO PELA MODELAGEM MATEMÁTICA

O terceiro trabalho analisado é a monografia de Steinbach⁹⁴ (2000), desenvolvida no curso de especialização no Ensino de Matemática da UNICENTRO – Faculdade de Ciências Humanas de Francisco Beltrão, no ano de 2000, sob a orientação do Professor Dionísio Burak.

O referido trabalho relata uma experiência com a Modelagem desenvolvida em uma turma de final de ciclo II⁹⁵, composta por 25 estudantes, da Escola Municipal Professor Parigot de Souza, situada no distrito de Jacutinga, interior do município de Francisco Beltrão, estado do Paraná.

Steinbach (2000) descreve a turma, em que foi realizada a experiência com a Modelagem, como uma turma composta por estudantes na faixa etária de 10 anos, com características heterogêneas, dificuldades de relacionamento e não acostumados a trabalhar em grupo.

⁹⁴ Professora Ana Elisa Hellmann Steinbach.

⁹⁵ Atualmente 5.º ano do ensino de nove anos, correspondente à 4.ª série do ensino de 8 anos.

Ainda sobre os estudantes, a autora coloca que, sendo a maioria filhos de pequenos agricultores e conhecedores da vida do campo, acalentavam o desejo de morar na cidade, em decorrência de considerarem o trabalho no campo muito duro e, às vezes, até vergonhoso, assim como por perceberem a vida na cidade mais fácil se comparada à vida que levavam no campo.

Segundo a autora, o desencanto com a vida do campo, percebido em todas as turmas da escola, levou a escola a desenvolver ações com o intuito de melhorar a autoestima dos estudantes e da comunidade como um todo, buscando contribuir com a permanência dos pequenos agricultores na região. Uma dessas ações, relatada pela autora, envolvia trabalhar com temas geradores sugeridos e aprovados pela comunidade escolar, os quais, geralmente, eram relacionados à vida da comunidade.

Steinbach (2000) coloca que a ação descrita anteriormente favoreceu seu interesse em desenvolver um trabalho mediado pela Modelagem, visto que vinha ao encontro da dinâmica de trabalho desejada pela escola.

O início dos trabalhos com a turma ocorreu com a escolha do tema pelos estudantes. Em virtude das características da turma, o tema escolhido foi *leite e produção de queijo*. (STEIBACH, 2000, p. 44).

Com o tema escolhido, os próximos passos envolveram: conhecer a Associação Festa na Roça, formada pelos produtores da região; visitas a uma queijaria e a um produtor de leite, integrantes da referida associação, com o objetivo de conhecer de perto as especificidades desses dois setores produtivos, e entrevistas com funcionários desses segmentos. Para tanto, a turma foi dividida em 5 equipes, com 5 estudantes em cada uma, sendo que cada grupo pesquisaria um tema em particular e todos conheceriam a queijaria e o produtor de leite.

Sobre a divisão dos temas, a autora coloca:

Uma das equipes se aprofundou na parte da organização da Associação da Roça. A segunda equipe pesquisou mais especificamente o cuidado com os animais enquanto que o terceiro grupo se aprofundou na produção do leite. O quarto e quinto grupos pesquisaram a fabricação e a comercialização do queijo respectivamente. (STEINBACH, 2000, p. 67).

Segundo a autora, a socialização dos dados coletados por cada um dos grupos ocorreu por meio de um seminário. Essa ação conduziu ao levantamento de algumas questões, pelos estudantes, sobre os resultados obtidos, a saber:

Fabricar queijo agrega valor ao leite?; Qual a produção da queijaria?; Quantas vacas são necessárias para manter essa produção estável?; Qual é o custo para manter esses animais?; Como é a alimentação desses animais?; Qual a média de leite por animal e

por produtor?; Qual a porcentagem do volume total de leite de cada produtor?; Qual o custo de produção do leite e do queijo?; Qual a diferença nos lucros industrializando o leite ao invés de entregá-lo ao laticínio?; Qual o custo para manter a queijaria?; Quais os equipamentos necessários?; O que é necessário para produzir um quilo de queijo?; Como funciona o pasteurizador?; Como é feita a venda do queijo?; Qual a produção mensal?; Qual a receita final mensal da queijaria e de cada produtor?. (STEINBACH, 2000, p. 67-68).

Segundo Steinbach (2000), responder a esses questionamentos ensejou a realização de diversas pesquisas e possibilitou o trabalho com um gama de conteúdos, tanto matemáticos como das demais áreas do conhecimento.

Em relação à Matemática, Steinbach (2000) relata que o desenvolvimento da atividade favoreceu o trabalho com sistema de medidas e porcentagem de maneira mais significativa para os estudantes, uma vez que os cálculos realizados tinham por objetivo responder aos questionamentos provenientes da pesquisa exploratória, realizada inicialmente por cada um dos cinco grupos.

Para Steinbach (2000), ao participarem da experiência com a Modelagem, os estudantes demonstraram mais envolvimento nas aulas. O fato de escolherem o tema a ser pesquisado teve um efeito positivo na condução do trabalho e fez com que eles, apesar da pouca idade, assumissem a responsabilidade de cumprirem o que era acordado em sala.

A ansiedade dos estudantes em realizar as atividades propostas nem sempre foi fácil de contornar, mas com certeza motivaram as aulas.

Para a autora, o envolvimento dos pais foi outro aspecto importante observado durante o desenvolvimento do trabalho com a Modelagem.

Segundo Steinbach (2000), a atividade mediada pela Modelagem permitiu aos estudantes participarem ativamente do processo de aprendizagem. Outro aspecto importante relatado pela autora faz referência ao trabalho interdisciplinar ocorrido. A curiosidade dos estudantes foi muito além do que havia sido planejado para as aulas, suscitando reflexões críticas a respeito da questão social envolvendo as pequenas propriedades, a baixa renda familiar, o excesso de mão de obra e a necessidade de se buscar alternativas para reverter a situação difícil em que muitas famílias se encontravam. A questão ambiental também se fez presente ao se perceber que o desgaste e a poluição do solo são problemas que afetam diretamente as condições de sobrevivência das gerações futuras de agricultores.

Steinbach (2000) coloca que o desenvolvimento da atividade a fez rever sua prática pedagógica e que é possível *se libertar* do modelo tradicional de ensinar, buscando relacionar

situações reais presentes no dia a dia dos estudantes com os conteúdos matemáticos a serem abordados em aula.

A autora aponta que o trabalho desenvolvido por meio da Modelagem chamou a atenção da escola como um todo, embora ela já tivesse como proposta desenvolver ações pedagógicas mais voltadas às realidades dos estudantes. O conhecimento matemático era abordado de maneira tradicional e sem envolvimento com o tema gerador, situação superada na experiência realizada com a Modelagem.

TRABALHO 4 – MODELAGEM MATEMÁTICA: CONSTRUINDO A INTERDISCIPLINARIDADE

Monografia de Brautigam⁹⁶ (2001), desenvolvida no curso de especialização no Ensino de Matemática e Ciências de 1.^a a 4.^a séries da UNICENTRO – Guarapuava/PR, no ano de 2001, sob a orientação do Professor Dionísio Burak.

O referido trabalho de monografia, conforme explicitado por Brautigam (2001), foi realizado com uma turma de 4.^a série, composta por 33 estudantes, na Escola Municipal Santa Cruz, localizada na cidade de Guarapuava, no estado do Paraná.

Segundo a autora, seu contato com a Modelagem ocorreu quando ela, percebendo a necessidade de proporcionar uma aprendizagem mais significativa para seus estudantes, buscava novas metodologias de ensino e aprendizagem.

Percebendo a Modelagem como uma metodologia que vinha ao encontro de suas expectativas, a autora, principalmente por favorecer o trabalho interdisciplinar, já cursando especialização, optou por desenvolver sua monografia dentro de uma das perspectivas da Modelagem.

Brautigam (2001) coloca que o início do trabalho com os estudantes ocorreu por meio da leitura do poema Pé de Gato, de Pedro Bandeira. A interpretação do referido poema despertou o interesse, na maioria dos estudantes, quando relataram características do seu animal de estimação em particular. Durante esses relatos, a professora percebeu que dez estudantes da turma tinham como animal de estimação o gato. Essa constatação, somada ao interesse deles pelo tema “gato”, foram os passos iniciais para o desenvolvimento do trabalho pedagógico, que passa a ser descrito a seguir.

Inicialmente, foi construído um quadro para quantificar o número de gatos que cada um dos dez estudantes tinha em sua casa. Essa quantificação variou de 1 a 5 gatos por estudante.

⁹⁶ Professora Vera Lúcia Lapczak Brautigam.

De acordo com Brautigam (2001), a partir da elaboração do referido quadro foi possível trabalhar diferentes tipos de gráficos, a saber: gráfico de colunas, gráfico de barras, bem como as representações de quantidades numéricas e pictográficas.

Para a autora da monografia, o interesse dos estudantes pelo tema favoreceu que esses fossem pesquisar e quisessem socializar com os demais colegas da turma informações bem variadas em relação aos gatos.

Um exemplo da situação descrita anteriormente envolve a doença conhecida como toxoplasmose. Uma das pesquisas realizadas por um estudante colocava que a convivência com alguns animais, entre eles o gato, poderia causar essa doença. Esse fato suscitou o envolvimento da área de Ciências. Os estudantes, curiosos por mais detalhes sobre a toxoplasmose, foram ao posto de saúde, para conversar com especialistas da área, bem como aprofundaram os estudos por meio de pesquisas realizadas em livros e na internet.

A partir da pesquisa realizada pelos estudantes, Brautigam (2001) coloca que foi possível levantar dados, como: o histórico da doença, animais transmissores, sintomas, formas de contágio, profilaxia e cuidados.

Os estudantes, durante o desenvolvimento do trabalho, também tiveram a oportunidade de entrevistar um veterinário. Essa entrevista possibilitou não só um aprofundamento a respeito dos gatos, bem como conhecer algumas especificidades que envolvem a carreira de um profissional da área.

O trabalho culminou com uma exposição, aberta à comunidade, de gatos na escola. Durante a exposição, todos os interessados puderam tirar dúvidas a respeito de gatos, tanto com os estudantes quanto com um veterinário.

Segundo Brautigam (2001), o trabalho com o tema gato favoreceu a interdisciplinaridade entre as áreas do conhecimento e os conteúdos ganharam mais significado para os estudantes.

Uma matéria foi publicada no jornal Diário do Povo de Guarapuava, em 1/04/1999, a respeito da atividade desenvolvida, evidenciando a repercussão positiva que a realização da atividade teve para a comunidade.