

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO

CARLOS ROBERTO FERREIRA

MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES E
DESAFIOS À FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES NA MODALIDADE
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA ONLINE

PONTA GROSSA
2010

CARLOS ROBERTO FERREIRA

MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES E
DESAFIOS À FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES NA MODALIDADE
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA ONLINE

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação. Área de concentração: Educação. Linha de pesquisa: Ensino Aprendizagem.

Orientador: Prof. Dr. Dionísio Burak

PONTA GROSSA
2010

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

F383m Ferreira, Carlos Roberto
 Modelagem matemática na Educação Matemática : contribuições e
 desafios à Formação Continuada de professores na modalidade Educação à
 Distância Online / Carlos Roberto Ferreira. Ponta Grossa, 2010.
 100f.

 Dissertação (Mestrado em Educação- Linha de pesquisa : Ensino
 Aprendizagem), Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientador: Prof. Dr. Dionísio Burak

 1. Ensino e Aprendizagem , 2. Modelagem Matemática. 3. Educação a
 Distância Online. 4. Formação Continuada. I. Burak, Dionísio. II. T

CDD: 511.8

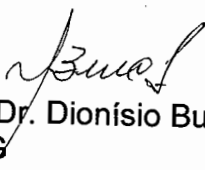
TERMO DE APROVAÇÃO

CARLOS ROBERTO FERREIRA

MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES E DESAFIOS À FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES NA MODALIDADE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA ONLINE

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção de 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
UEPG


Profa. Dra. Célia Finck Brandt
UEPG


Profa. Dra. Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro
UTFPR


Profa. Dra. Mary Ângela Teixeira Brandalise
UEPG

Ponta Grossa, 25 de novembro de 2010

A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original.

Albert Einstein

Para quem dedico

Maria Antonieta, Pedro e Lucas
mais do que meu referencial, meu contexto de vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por senti-lo sempre ao meu lado.

A minha família, em especial a minha esposa, meus filhos e meus pais, pelas orações, pelo amor, apoio e encorajamento quando o desânimo me abateu.

Ao professor Dionísio Burak, orientador e amigo, obrigado pelos ensinamentos, orientação e incentivo e por sua compreensão e paciência nos momentos difíceis.

Aos componentes da Banca Examinadora, Prof^a Dr^a. Célia Finck Brandt (UEPG), Prof^a. Dr^a. Mary Ângela Teixeira Brandalise (UEPG) e Prof^a. Dr^a. Nilcéia Aparecida Maciel Pinheiro (UTFPR) pelas sugestões por ocasião do Exame de Qualificação.

Ao meu amigo e afilhado Tiago Klüber, pelo incentivo, diálogos e reflexões sobre Educação Matemática.

Aos professores e funcionários do Programa de Mestrado em Educação da UEPG, obrigado pela atenção, competência e apoio.

Aos professores que participaram da pesquisa, obrigado pela disponibilidade e seriedade.

A Fundação Araucária, pela bolsa de estudos.

Aos colegas do curso, pelo companheirismo e pelas ricas discussões sobre Educação.

RESUMO

Esta investigação buscou explicitar a questão sobre o que se evidencia num curso de Modelagem Matemática, oferecido na modalidade de Educação a Distância online, para a formação continuada do professor de matemática. O objetivo central da investigação consistiu em compreender como a Modelagem Matemática desenvolvida num curso na modalidade EaD online pode contribuir para a superação das dificuldades do professor no entendimento da metodologia e na sua utilização em sala de aula. Também objetivamos verificar, entre outros pontos, quais contribuições a modalidade EaD online proporciona para a formação continuada dos professores e na superação das dificuldades de adoção e entendimento das concepções da Modelagem Matemática. O referencial teórico contempla as perspectivas para o ensino e aprendizagem da Matemática no contexto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Sustenta-se ainda nas visões mais atuais sobre Educação Matemática e o ensino de matemática que estão presentes nos trabalhos de Lorenzato e Fiorentini (2001), Rius (1989) e Kilpatrick (1992). Quanto às concepções de Modelagem Matemática buscou-se dialogar com diversos autores, no entanto, assumimos a concepção proposta por Burak (2004). No tocante à formação continuada de professores adotamos a "prática reflexiva" como base nos trabalhos de Schön (2000), Silva e Araújo (2004), Freire (2001), Perrenoud (2002), Imbernón (2001), Alarção (2003). No que se refere à Educação a Distância (EaD) nos pautamos nos trabalhos de Borba (2007), Mugnol (2009) e Morin (2002) e na EaD Online no conceito denominado "estar junto virtual de acordo com Valente (2003). Outros elementos teóricos e distintos autores foram agregados às discussões conforme se mostraram necessárias incursões para a compreensão das categorias construídas. A questão e os objetivos da investigação a direcionam para uma pesquisa de natureza qualitativa. Participaram da investigação doze professores da rede estadual de ensino do Paraná, envolvendo cinco Núcleos Regionais de Educação. As etapas percorridas na investigação compreenderam: 1) pesquisa exploratória junto aos professores e construção dos referenciais teóricos; 2) desenvolvimento do curso de Modelagem Matemática mediado pela EaD online, que permitiu a coleta de dados a partir das ferramentas da Plataforma Moodle; 3) análise e interpretação dos dados. O tratamento dos dados segue o método da triangulação e análise indutiva, envolvendo os dados empíricos, pesquisador e referencial teórico, a luz dos princípios de Bogdan e Biklen(1994). Os resultados apresentam aspectos significativos em relação ao desenvolvimento da Modelagem Matemática na EaD e a sua adoção na Educação Básica, no entanto, evidencia a necessidade de ajustes na dinâmica do curso e aspectos relativos à concepção de Modelagem em uma perspectiva das Ciências Humanas e Sociais.

Palavras-chave: Ensino e Aprendizagem; Modelagem Matemática; Educação a Distância *Online*; Formação Continuada.

ABSTRACT

This paper aimed to clarify the question about what becomes evident in the Mathematical Modeling course, offered in the Distance Education online method for the continuing education of mathematics teachers. The central aim of this research was to understand how mathematical modeling developed in an online course on distance education modality can contribute to overcome teacher's difficulties in understanding the methodology and its use in the classroom. Also, we aimed to ascertain, among other things, which contributions to modality online distance learning provides for the teacher's continuing education and to in the difficulties superation of adoption and understanding of the mathematical modeling concepts. The theoretical framework considers teaching and learning of mathematics perspectives in the context of the "Leis de Diretrizes e Bases" of National Education. It also holds in most current views on mathematics education and mathematics teaching that are present in the work of Lorenzato and Fiorentini (2001), Rius (1989) and Kilpatrick (1992). For the concepts of mathematical modeling attempted to talk to different authors, however, we assume the concept proposed by Burak (2004). What refers to the teacher's continuous formation, we adopted a "reflective practice" based on the work of Schön (2000), Silva and Araujo (2004), Freire (2001), Perrenoud (2002), Imbernon (2001), Alarcão (2003). About the Distance Learning (DL) it drives us in the work of Borba (2007), Mugnolo (2009) and Morin (2002) and the Online Distance Education in the concept named "virtual togetherness" according to Valente (2003). Other distinguished authors and theoretical elements were added to the discussions as incursions were necessary to understand the constructed categories. The question and the objectives of the investigation leaded it to qualitative research. Twelve teachers of public schools in Paraná joined in the investigation, involving five Regional Centers of Education. The steps followed in the investigation included: 1) exploratory research with teachers and construction of theoretical frameworks, 2) Mathematical Modeling course development mediated by the online distance education, that allowed the collection of data from the Moodle Platform tools, 3) analysis and data interpretation. The data treatment follows the method of triangulation and inductive analysis, involving the researcher, empirical data and theoretical referential, by the light of the Bogdan and Biklen's principles (1994). The results show significant aspects regarding the development of Mathematical Modelling and its adoption in Distance Education in Basic Education, although, it highlights the need for adjustments in the dynamics of the course and aspects related to the modeling concept from a perspective of the humanities and social sciences.

Keywords: Teaching and Learning, Mathematical Modeling, Online Distance Education, Continuing Education.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – TETRAEDRO DE HIGGINSON.....	29
FIGURA 2 – CONFIGURAÇÃO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	31
FIGURA 3 – CICLO QUE SE ESTABELECE NA INTERAÇÃO DOCENTE-PROFESSORES NO “ESTAR JUNTO” VIA INTERNET	51

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
 INTRODUÇÃO	 12
 CAPÍTULO I	 18
MODELAGEM MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: PERSPECTIVAS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	18
1.1 As Diretrizes Curriculares Nacionais e Estaduais para a Educação Básica.....	18
1.2 Princípios para a Matemática no Ensino Fundamental e Médio.....	19
1.3 A Matemática no Ensino Fundamental.....	21
1.4 A Matemática no Ensino Médio.....	23
1.5 Uma breve discussão sobre a Educação Matemática.....	26
1.6 Sobre a concepção de Modelagem Matemática assumida	32
1.6.1 A modelagem para Bassanezi.....	32
1.6.2 A modelagem para Biembengut.....	33
1.6.3 A modelagem para Barbosa.....	34
1.6.4 A modelagem para Caldeira.....	35
1.6.5 A modelagem para Burak.....	36
 CAPÍTULO II	 39
A FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES E A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA MEDIADA PELA TECNOLOGIA – EaD <i>online</i>	39
2.1 A formação continuada de professores.....	39
2.1.1 O processo reflexivo na e para a formação continuada de professores.....	42
2.2 Sobre a Educação a Distância	44
2.2.1 Algumas concepções de Educação a Distância.....	47
2.2.2 A Educação a Distância Online	49
2.3 Ambiente Virtual de Aprendizagem - A Plataforma Moodle.....	52
2.4. Acompanhamento e avaliação dos participantes através da Plataforma Moodle....	56

CAPÍTULO III	57
ETAPAS E PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO	57
3.1 A opção pela pesquisa qualitativa	57
3.2 Etapas e procedimentos.....	58
3.2.1 A pesquisa exploratória e a construção dos referenciais teóricos	59
3.2.2 O Curso de Modelagem Matemática mediado pela EaD online	61
3.2.2.1 Primeira fase do curso: discussão de aspectos teóricos sobre a MM	61
3.2.2.2 Segunda fase do curso: atividade de MM entre os professores-discentes....	64
3.2.2.3 Terceira fase do curso: atividade de MM desenvolvida pelos professores-discentes junto a seus alunos	65
3.3 Análise e interpretação dos dados	66
 CAPÍTULO IV	69
ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	69
4.1 Análises dos dados	69
4.2 O currículo.....	71
4.3 A formação de professores	75
4.4 O fazer modelagem.....	80
4.5 Conhecimentos de Modelagem Matemática	85
4.6 Organização escolar	86
4.7 Adoção da metodologia.....	87
4.8 Considerações finais	87
 REFERÊNCIAS	91
 ANEXOS	95
ANEXO I.....	96
ANEXO II.....	100

INTRODUÇÃO

A dificuldade em adquirir o conhecimento matemático por meio de uma prática educativa, de maneira que os estudantes se apropriem deste conhecimento, não é nova, remonta aos matemáticos da antiguidade. A novidade é a urgência em enfrentar a questão, mais especificamente, a que envolve práticas inovadoras para o ensino e aprendizagem da Matemática. Em relação à questão do ensino, apesar da má formação de professores e estudantes não ser restrita ao nosso país, a situação no Brasil é particularmente preocupante. Em vários trabalhos encontramos apontamentos de possíveis causas que configuram o estado crítico em que se encontra o ensino e a aprendizagem da matemática, decorrentes da falta de investimento na educação, melhores condições de trabalho e melhores salários para os professores. Contudo, acreditamos que a má formação dos professores pode estar relacionada, tanto em relação à deficiência de conhecimento dos conteúdos específicos como à abordagem metodológica.

Assim, é importante compreender que para ser um professor que atue com qualidade em sala de aula, os candidatos precisam adquirir conhecimentos e desenvolver habilidades específicas para o exercício profissional, não basta ter simpatia pela carreira docente. É nesse contexto de professores despreparados que o atual quadro de aprendizagem da matemática pelo estudante fica comprometido.

Comparando a avaliação da aprendizagem matemática no Brasil com a de outros países, a nossa situação é alarmante, pois de acordo com o PISA¹ de 2006, estudantes brasileiros ficaram na 53ª posição em matemática entre 57 países, e, conforme dados do Saeb², referente ao ano de 2003, apenas 6% dos alunos da educação básica apresentaram um bom nível de conhecimento matemático. Dos estudantes brasileiros da 3ª série do Ensino Médio, 62,6% foram classificados no estágio crítico e outros 4,8% no estágio muito crítico do aprendizado

¹ O PISA, Programa Internacional de Avaliação de Alunos, é uma avaliação internacional que mede o nível educacional de jovens de 15 anos por meio de provas de Leitura, Matemática e Ciências.

² SAEB - Sistema de Avaliação da Educação Básica

de matemática. No total, 67,4% dos alunos têm desempenho muito abaixo do desejado.

Faz-se desnecessário listar outras pesquisas, pois todas, sem exceção, chegam às mesmas conclusões: a aprendizagem de matemática no Brasil encontra-se num estágio crítico, o que implicitamente reflete a precariedade do ensino. Neste sentido, a situação se torna mais complexa, pois não há um consenso entre os atores envolvidos sobre as causas e a solução do problema. Para alguns o problema está na formação do professor, para outros, nas metodologias de ensino, e, ainda, para outros, o problema vem dos tempos do Movimento Matemática Moderna, que marcou profundamente o ensino da matemática no Brasil, e que, segundo Imenes (1989), foi um ensino centrado no cálculo mecânico, carente de significado e desinteressante aos alunos. Para outros, ainda, implementou-se no Brasil a política da supervalorização de métodos pedagógicos em detrimento do conteúdo matemático na formação dos professores (DRUCK, 2003), numa busca por encontrar aplicações práticas para os conteúdos trabalhados que se tornou fundamental.

Assim, entre formas antigas e novas de ensinar matemática encontramos um professor confuso, com sentimento de impotência e angustiado pelo trabalho que desenvolve sem resultados. Na compreensão baseada na visão da Educação Matemática a solução está no equilíbrio, pois tornar o ensino muito formal, baseado apenas em conteúdos distribuídos nos capítulos dos livros didáticos é um erro, agora, ao tentar contextualizar a qualquer custo tais conteúdos, pode-se perder a perspectiva do que se está ensinando.

Para dedicar maior atenção às questões do ensino e da aprendizagem da matemática, surgiu o chamado Movimento Educação Matemática, no âmbito do qual contempla diversas propostas metodológicas³ para o ensino de Matemática, entre elas a Modelagem Matemática⁴, que pressupõe que o ensino e a aprendizagem da matemática podem ser potencializados a partir de situações do cotidiano.

³ Como propostas metodológicas, temos a modelagem matemática, a resolução de problemas, a etnomatemática, as mídias tecnológicas, a história da matemática e a investigação matemática.

⁴ A metodologia será detalhada no Capítulo 1.

No contexto apresentado, entendemos que a Modelagem Matemática pode ser uma possibilidade, pois a contextualização é uma premissa dessa tendência, que também considera importante a sistematização em termos de unidades de conteúdo (KLÜBER e BURAK, 2007). Igualmente, é assumida como uma maneira para a superação do atual quadro do ensino e aprendizagem de Matemática.

Nesse sentido, este trabalho se justifica tendo como subsídio uma pesquisa exploratória realizada no início desta investigação⁵, onde vários problemas foram identificados a partir dos depoimentos de professores, como a insegurança em aplicar a Modelagem Matemática, que é o que mais se destaca, pois além de possuírem dificuldade em identificar e abordar os conteúdos na situação estudada, manifestaram a dificuldade em desenvolver a Modelagem Matemática em qualquer concepção adotada⁶.

Entretanto, uma questão que dificulta o desenvolvimento da Modelagem é que o professor, mesmo após participar de um curso de formação na área, sente falta de uma interlocução posterior com os ministrantes dos cursos. Sentindo-se sozinho, acaba por desistir das atividades, frente às muitas dúvidas que surgem, o que o leva a concluir o trabalho de forma superficial. Portanto, para que o professor possa desenvolver a metodologia, é necessário vivenciar situações que lhe confirmem segurança, a qual só pode ser alcançada através de uma formação sólida. Além de uma melhor formação inicial, temos a necessidade de um programa de formação continuada.

Para que isso se concretize, uma das possibilidades é a utilização da Educação a Distância, principalmente com a interatividade proporcionada pelos grandes avanços experimentados nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). Essas iniciativas foram implementadas com base em princípios discutidos e consensualizados por vários grupos que se utilizam dessa modalidade de educação, buscando não só diminuir as estatísticas de carências na formação dos docentes, mas, sobretudo, almejando uma nova e melhor qualidade para essa formação. As

⁵ A pesquisa exploratória está detalhada no Capítulo 3.

⁶ As concepções de MM serão apresentadas no Capítulo 1.

iniciativas foram acompanhadas e geraram várias reflexões sobre os caminhos tomados (GATTI, 2000), permitindo avanços em concepções e práticas.

Pelo exposto, buscando superar as inquietações descritas, caracterizamos nosso objeto de pesquisa, que é a modelagem matemática situada num ambiente de educação a distância mediada pela tecnologia, mais especificamente a Internet.

Uma vez caracterizado o objeto de pesquisa, pode-se apresentar a questão que buscamos responder: O que se evidencia em *curso de Modelagem Matemática, oferecido na modalidade de Educação a Distância online, para a formação continuada do professor de matemática?*

Tendo em vista a abordagem qualitativa de pesquisa assumida e o objeto de pesquisa ser um objeto fluído, isto é, não estático, a questão posta busca pela compreensão de uma totalidade que venha a se revelar no curso e não em um ponto específico. Por exemplo, poderíamos perguntar se com o curso o entendimento de modelagem dos professores tende a melhorar, mas esse, apesar de ser importante, é mais um aspecto que poderia se apresentar como uma evidencia de todo o trabalho investigativo realizado. Essa compreensão da totalidade não significa conhecer tudo, mas estar aberto a tudo que se manifesta na investigação, aquilo que se evidenciou e que ficou mais forte ao interrogar os dados por meio da pergunta.

No contexto da questão, o objetivo principal do trabalho consiste em compreender como a Modelagem Matemática desenvolvida num curso na modalidade EaD *online* pode contribuir para a superação das dificuldades do professor no entendimento da metodologia e na sua utilização em sala de aula.

Outros objetivos decorrentes da questão de pesquisa são:

- verificar que contribuições a modalidade EaD online proporciona para a formação continuada de professores da Educação Básica e na superação das dificuldades de adoção da Modelagem Matemática;
- analisar, com base nas manifestações expressas nas diversas ferramentas do Moodle, as concepções sobre Modelagem Matemática dos participantes do curso;

- verificar se as interações possibilitadas pelas ferramentas da EaD online, via Plataforma Moodle, contribuíram para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática entre os participantes do curso e em sala de aula.

Para esta investigação foram selecionados⁷ 12 professores de matemática em exercício, tendo-se como critérios o interesse em participar e a disponibilidade. O curso oferecido foi totalmente a distância, mediado por tecnologia (Internet), e compreendeu 3 fases⁸: uma teórica e duas práticas.

Buscando alcançar os objetivos e responder à questão de pesquisa realizamos um estudo que compreendeu 4 etapas, apresentadas no presente texto em 4 capítulos.

O primeiro capítulo contempla as perspectivas para o ensino e aprendizagem da Matemática no contexto das Diretrizes Curriculares Nacionais e, mais especificamente, nas Diretrizes Curriculares de Matemática para a Educação Básica no Estado do Paraná. Buscamos também apontar as relações entre Modelagem Matemática e Educação Matemática no contexto da Educação Matemática.

O segundo capítulo trata da importância da formação continuada dos professores, orientada pela prática reflexiva, e da Educação a Distância, sua trajetória e suas diversas formas, sendo que a ênfase se dará na EaD mediada pela tecnologia online⁹.

O terceiro capítulo apresenta as etapas e procedimentos utilizados na investigação, bem como uma descrição detalhada das diversas formas de coleta de dados, proporcionadas pela Plataforma Moodle, tais como: *chats*, fórum, diário, *wiki*.

No quarto capítulo, de posse do material coletado, procedeu-se o tratamento dos dados, optando-se, inicialmente, pela *análise indutiva e triangulação*. Foram também realizadas as considerações relativas à investigação, buscando

⁷ A forma de seleção está descrita no Capítulo 3

⁸ Todas as fases estão detalhadas no Capítulo 3.

⁹ Curso que acontece primordialmente mediado por interações via Internet e tecnologias associadas.

estabelecer relações significativas com os elementos teóricos assumidos ao longo da dissertação. Também foram apontadas algumas perspectivas para a continuidade do trabalho.

CAPÍTULO I

MODELAGEM MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: PERSPECTIVAS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Este capítulo trata das perspectivas para o ensino e aprendizagem da Matemática no contexto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96), presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, bem como das Diretrizes Curriculares de Matemática para Educação Básica do Estado do Paraná. As DCMEBP contemplam as denominadas tendências metodológicas, com forte indicação à contextualização e à interdisciplinaridade do ensino da Matemática (PARANÁ, 2008, p.27). Em sua proposta, prevê a formação de um estudante crítico, capaz de agir com autonomia nas suas relações distintas, como, por exemplo, as sociais. Além dessa apresentação acerca das leis, buscamos uma compreensão mais abrangente de Educação Matemática (EM)¹⁰ segundo distintos autores. Para tanto, faz-se necessário um perfil de professores interessados em desenvolverem-se intelectualmente e profissionalmente e em refletirem sobre suas práticas para tornarem-se educadores matemáticos em contínua formação. Trazemos, ainda, neste capítulo, a Modelagem Matemática (MM)¹ como uma das tendências da Educação Matemática no contexto das Diretrizes Curriculares.

1.1 As Diretrizes Curriculares Nacionais e Estaduais para a Educação Básica

A partir da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/96) foram elaboradas as Diretrizes Curriculares Nacionais, que se caracterizam como conjuntos articulados de princípios, critérios e procedimentos que devem ser observados pelos sistemas de ensino e pelas escolas na organização e no planejamento, na execução e na avaliação de seus cursos e respectivos projetos pedagógicos.

¹⁰ Doravante iremos utilizar EM quando nos referirmos à Educação Matemática e MM para Modelagem Matemática.

Em seu texto, a lei afirma que não cabe à Câmara de Educação Básica fixar mínimos curriculares nacionais por curso ou modalidades de ensino, mas sim, fixar Diretrizes Curriculares que orientem os sistemas de ensino na tarefa de apoiar o desenvolvimento dos projetos pedagógicos concebidos, executados e avaliados pelas escolas, com a efetiva participação da comunidade escolar, em especial dos docentes (BRASIL, 2001, p.7).

Na nova LDB a educação escolar compõe-se de Educação Básica, formada pela Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, e de Educação Superior. Neste estudo, vamos focar na Educação Básica e, mais especificamente, no Ensino Fundamental e Médio, ambos com finalidade de desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores (LDB Art. 21 e 22). Embora não o fazendo de forma direta, tangenciamos a Educação Superior, no que se refere à formação inicial e continuada de professores.

1.2 Princípios para a Matemática no Ensino Fundamental e Médio

Os Parâmetros Curriculares Nacionais e as Diretrizes Curriculares Nacionais e Estaduais, para a área de Matemática no Ensino Fundamental e Médio, estão pautados em princípios decorrentes de estudos, pesquisas, práticas e debates desenvolvidos nos últimos anos.

Dante (2001, p.11-12), com base nos PCNs (2001) destaca os seguintes princípios para o Ensino da Matemática:

1. A Matemática é um componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar. Sendo uma das mais importantes ferramentas da sociedade moderna e apropriar-se dos conceitos e procedimentos matemáticos básicos contribui para a formação do futuro cidadão que se engajará no mundo do trabalho, das relações sociais, culturais e políticas.

2. A Matemática precisa estar ao alcance de todos e a democratização do seu ensino deve ser meta prioritária do trabalho docente. Pois para pessoa exercer plenamente a cidadania, ou seja, cumprir com seus deveres e

ter respeitados os seus direitos, é preciso saber contar, comparar, medir, calcular, resolver problemas, argumentar logicamente, conhecer formas geométricas, organizar, analisar e interpretar criticamente as informações. Por exemplo, muitas vezes as pessoas pagam valores superiores ao acordado num financiamento por não ter conhecimento mínimo de taxa de juros e dos cálculos envolvidos.

3. A atividade matemática escolar não é "olhar para coisas prontas e definitivas", mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade. Compreender e usar as ideias básicas de Matemática no seu dia-a-dia é um direito de todos os alunos, e não apenas daqueles que têm mais afinidade com o raciocínio lógico. Em casa, na rua, no comércio, nas várias profissões, na cidade, no campo, nas várias culturas, o homem necessita contar, calcular, comparar, medir, localizar, representar, interpretar, entre outras ações, e as faz informalmente, à sua maneira, com base em parâmetros do seu contexto sociocultural. É preciso que esse saber informal, cultural, se incorpore ao trabalho matemático escolar, diminuindo a distância entre a Matemática da escola e a Matemática da vida.

4. No ensino da Matemática, destacam-se dois aspectos básicos: um consiste em relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras); outro consiste em relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos. Nesse processo, a comunicação tem grande importância e deve ser estimulada, levando-se o aluno a "falar" e a "escrever" sobre Matemática, a trabalhar com representações gráficas, desenhos, construções, a aprender como organizar e tratar dados. Os conteúdos devem ter relevância social, propiciando conhecimentos básicos essenciais para qualquer cidadão. Precisam estar articulados entre si e conectados com outras áreas do conhecimento, promovendo a interdisciplinaridade.

5. A aprendizagem em Matemática está ligada à compreensão, isto é, à apreensão do significado; apreender o significado de um objeto ou acontecimento pressupõe vê-lo em suas relações com outros objetos e acontecimentos. Assim, o tratamento dos conteúdos em compartimentos estanques e numa rígida sucessão linear deve dar lugar a uma abordagem em que as conexões sejam favorecidas e destacadas.

6. O significado da Matemática para o aluno resulta das conexões que ele estabelece entre ela e as demais disciplinas, entre ela e seu cotidiano e das

conexões que ele estabelece entre os diferentes temas matemáticos. Aprender Matemática é também aprender a resolver problemas. Para resolver problemas é preciso apropriar-se dos significados dos conceitos e procedimentos matemáticos para saber aplicá-los em situações novas. Assim, é fundamental que tais conceitos e procedimentos sejam trabalhados com a total compreensão dos significados associados a eles.

7. A seleção e organização de conteúdos não devem ter como critério único a lógica interna da Matemática. Deve-se levar em conta sua relevância social e a contribuição para o desenvolvimento intelectual do aluno. Trata-se de um processo permanente de construção.

8. O conhecimento matemático deve ser apresentado aos alunos como historicamente construído e em permanente evolução. O contexto histórico possibilita ver a Matemática em sua prática filosófica, científica e social e contribui para a compreensão do lugar que ela tem no mundo.

9. Recursos didáticos como jogos, livros, vídeos, calculadoras, computadores e outros materiais têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem. Contudo, eles precisam estar integrados a situações que levem ao exercício da análise e da reflexão, em última instância, a base para a formalização matemática. Os materiais didáticos auxiliares do professor, quando adequadamente utilizados, ou seja, subsidiados por uma compreensão teórica como, por exemplo a construtivista, ajudam na compreensão dos conceitos e procedimentos matemáticos.

1.3 A Matemática no Ensino Fundamental

O Ensino Fundamental, com duração mínima de 9 (nove) anos (Lei nº 11.274, de fevereiro de 2006), obrigatório e gratuito na escola pública, terá por objetivo a formação básica do cidadão (Art. 32 da LDB/96), mediante:

- I - o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo;
- II - a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade;
- III - o desenvolvimento da capacidade de aprendizagem, tendo em vista a aquisição de conhecimentos e habilidades e a formação de atitudes e valores;
- IV - o fortalecimento dos vínculos de família, dos laços de solidariedade humana e de tolerância recíproca em que se assenta a vida social.

A Matemática comporta um amplo campo de relações, regularidades e coerências que despertam a curiosidade e instigam a capacidade de generalizar, projetar, prever e abstrair, favorecendo a estruturação do pensamento e o desenvolvimento do raciocínio lógico. Faz parte da vida de todas as pessoas nas experiências mais simples, como contar, comparar e operar sobre quantidades. Nos cálculos relativos a salários, pagamentos e consumo, na organização de atividades, como agricultura e pesca, a Matemática se apresenta como um conhecimento de muita aplicabilidade. Também é um instrumental importante para diferentes áreas do conhecimento, por ser utilizada em estudos ligados tanto às ciências da natureza como às ciências sociais, e por estar presente na composição musical, na coreografia, na arte e nos esportes.

Essa potencialidade do conhecimento matemático deve ser explorada, da forma mais ampla possível, no Ensino Fundamental. Para tanto, é importante que a Matemática desempenhe, equilibrada e indissociavelmente, seu papel na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio dedutivo do aluno, na sua aplicação em problemas, situações da vida cotidiana e atividades do mundo do trabalho, bem como no apoio à construção de conhecimentos em outras áreas curriculares.

As finalidades do ensino de Matemática conforme os PCNs indicam como objetivos do Ensino Fundamental (BRASIL, 2001):

- identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta e perceber o caráter de jogo intelectual, característico da Matemática, como aspecto que estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade para resolver problemas;
- fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos do ponto de vista do conhecimento e estabelecer o maior número possível de relações entre eles, utilizando para isso o conhecimento matemático (aritmético, geométrico, métrico, algébrico, estatístico, combinatório, probabilístico); selecionar, organizar e produzir informações relevantes, para interpretá-las e avaliá-las criticamente;
- resolver situações-problema, sabendo validar estratégias e resultados, desenvolvendo formas de raciocínio e processos, como dedução, indução, intuição, analogia, estimativa, e utilizando conceitos e procedimentos matemáticos, bem como instrumentos tecnológicos disponíveis;
- comunicar-se matematicamente, ou seja, descrever, representar e apresentar resultados com precisão e argumentar sobre suas conjecturas, fazendo uso da linguagem oral e estabelecendo relações entre ela e diferentes representações matemáticas;
- estabelecer conexões entre temas matemáticos de diferentes campos e entre esses temas e conhecimentos de outras áreas curriculares;

- sentir-se seguro da própria capacidade de construir conhecimentos matemáticos, desenvolvendo a autoestima e a perseverança na busca de soluções;
- interagir com seus pares de forma cooperativa, trabalhando coletivamente na busca de soluções para problemas propostos, identificando aspectos consensuais ou não na discussão de um assunto, respeitando o modo de pensar dos colegas e aprendendo com eles.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCN) elegem as *Grandezas e medidas* como um dos quatro grandes blocos de conteúdos dessa etapa da formação escolar, ao lado dos blocos *Números e operações*, *Espaço e forma* e *Tratamento da informação* e justifica, em um de suas páginas:

Há um razoável consenso no sentido de que os currículos de Matemática para o Ensino Fundamental devam contemplar o estudo dos números e das operações (no campo da Aritmética e da Álgebra), o estudo do espaço e das formas (no campo da Geometria) e o estudo das grandezas e das medidas (que permite interligações entre os campos da Aritmética, da Álgebra e da Geometria). (Brasil, 2001, p.53)

Além desses blocos de conteúdos, os PCN trazem para discussão a necessidade dos alunos serem preparados para tratar as informações que recebem no dia a dia, como gráficos, tabelas, mas

O desafio que se apresenta é o de identificar, dentro de cada um desses vastos campos, de um lado, quais conhecimentos, competências, hábitos e valores são socialmente relevantes; de outro, em que medida contribuem para o desenvolvimento intelectual do aluno, ou seja, na construção e coordenação do pensamento lógico-matemático, da criatividade, da intuição, da capacidade de análise e de crítica, que constituem esquemas lógicos de referência para interpretar fatos e fenômenos. (Brasil 2001, p.38).

Embora nestes parâmetros a lógica não se constitua como bloco de conteúdo a ser abordado de forma sistemática no Ensino Fundamental, alguns de seus princípios podem ser tratados de forma integrada aos demais conteúdos, desde as séries iniciais. Tais elementos, construídos através de exemplos relativos a situações-problema, ao serem explicitados, podem ajudar a compreender melhor as próprias situações.

1.4 A Matemática no Ensino Médio

O Ensino Médio é definido nas PCNs como etapa final da formação básica do educando, tendo como fundamentos filosóficos: 1) a estética da

sensibilidade (que valoriza o criativo, o curioso e favorece o trabalho autônomo, não padronizado); 2) a política da igualdade (que busca a solidariedade e respeita a diversidade, sendo a base da cidadania); e 3) a ética da identidade (que promove a autonomia do educando, da escola, das propostas pedagógicas, etc.).

Assim, o Ensino Médio não deve ter como objetivo principal a preparação para exames vestibulares, pois a sensibilidade, igualdade e identidade, como apresentado, não se harmonizam com um ensino que se limite a transmitir informações e a treinar procedimentos, no qual a aprendizagem é reduzida à memorização do que foi apresentado. Por isso, as DCNEM¹¹ concebem o conhecimento como construção coletiva (o que é bem mais que informação) e a aprendizagem como construção de competências em torno do conhecimento (competências de representação e comunicação, de investigação e compreensão, de contextualização sociocultural).

Essas concepções necessitam de uma ação pedagógica que favoreça mais o raciocínio do que a memória. Em tal processo, é condição necessária que os conteúdos sejam significativos do ponto de vista do educando e, portanto, que sejam contextualizados e tratados de forma interdisciplinar. Muitas vezes, a simples contextualização já acarreta a interdisciplinaridade, porque entender um contexto real e agir sobre ele depende dos diversos pontos de vista das diferentes disciplinas.

As DCNEM consideram o Ensino Médio composto por três áreas de conhecimento:

- (i) Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias;
- (ii) Linguagens, Códigos e suas tecnologias;
- (iii) Ciências Humanas e suas tecnologias.

A concretização das ideias deverá ocorrer com base na proposta pedagógica de cada escola que, a partir de uma base comum, propiciará uma diversificação de tipos de estudos, dos mais humanísticos aos mais científicos ou artísticos, com objetivo de que os educandos percebam as aplicações da Matemática em variadas situações, tornando seu ensino contextualizado.

As diretrizes propõem que os educandos desenvolvam análise e julgamento de resolução de problemas, de comunicação e representação.

¹¹ DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio.

Apresentam, ainda, como finalidade do ensino, a compreensão da Matemática, a confiança no seu uso e certa satisfação pessoal com sua aprendizagem.

É importante também assinalar que as diretrizes não apresentam um programa, uma lista de conteúdos. Sugerem que um núcleo nacional comum deva ser estabelecido após reflexão e debate. Uma seleção de conteúdos adequada evitaria excessos de especialização e levaria em conta outros fatores, como o social.

Para melhor fundamentar as finalidades do Ensino Médio, transcrevemos a seguir os incisos do Art. 35 da LDB/96:

- I - a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- II - a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posterior;
- III - o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
- IV - a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Além disso, o currículo do Ensino Médio observará as seguintes diretrizes (Art. 36 da LDB/96):

- I - destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania;
- II - adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes;
- III - será incluída uma língua estrangeira moderna, como disciplina obrigatória, escolhida pela comunidade escolar, e uma segunda, em caráter optativo, dentro das disponibilidades da instituição.

Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que, ao final do Ensino Médio, o educando demonstre (Art. 37 da LDB/96).:

- I - domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;
- II - conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;
- III - domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia necessários ao exercício da cidadania.

Assim, fica claro que o Ensino Médio tem como finalidades centrais não apenas a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos

durante o nível fundamental, no intuito de garantir a continuidade de estudos, mas também a preparação para o trabalho e para o exercício da cidadania, a formação ética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e a compreensão dos processos produtivos. Nessa definição de propósitos, percebe-se que a escola de hoje não pode mais ficar restrita ao ensino disciplinar de natureza enciclopédica. De acordo com as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio, deve-se considerar uma amplitude e significados de competências e habilidades a serem desenvolvidas no conjunto das disciplinas.

Tendo em vista os elementos e princípios norteadores para o ensino e aprendizagem da Matemática, passaremos a discutir adiante aspectos referentes à Educação Matemática como uma área das Ciências Humanas e Sociais. Porém, as discussões adquirem o sentido de amparar as ações e as interações que se fazem importantes no processo de ensino e aprendizagem, e, segundo Burak e Klüber (2010), subsidiam a perspectiva de Modelagem Matemática aqui assumida.

1.5 Uma breve discussão sobre a Educação Matemática

Não pretendemos discutir a fundo questões relativas à natureza da Educação Matemática, o que não significa que nos furtaremos de tocar a questão, ao menos em seu aspecto mais relevante, ou seja, a constituição da natureza da Educação Matemática na perspectiva das Ciências Humanas e Sociais. Nesse sentido, consideramos importante apresentar algumas visões de Educação Matemática presentes no debate atual e também devido ao fato de estarmos desenvolvendo um trabalho com Modelagem Matemática que assume essa visão.

O Movimento Educação Matemática teve como preocupações as questões da Filosofia da Matemática e do ensino e da aprendizagem da Matemática. No Brasil, as repercussões da Educação Matemática foram em uma perspectiva de campo profissional e científico. Fiorentini e Lorenzato (2001) destacam três determinantes para o surgimento da Educação Matemática, enquanto campo profissional e científico, tendo como base o estudo de Kilpatrick (1992).

O primeiro fato que incide sobre a constituição desse campo profissional e científico é atribuído à preocupação dos próprios matemáticos e de professores de Matemática sobre a qualidade da divulgação e socialização das ideias matemáticas às novas gerações. Essa preocupação dizia respeito tanto à

melhoria de suas aulas quanto à atualização e modernização do currículo escolar da Matemática. De acordo com Schubring (1999), a Matemática foi a primeira das disciplinas escolares a deflagrar um movimento internacional de reformulação curricular. Este movimento aconteceu a partir da Alemanha, no início do século XX, sob a liderança do matemático Felix Klein.

O segundo fato é atribuído à iniciativa das universidades europeias, no final do século XIX, em promover formalmente a formação de professores secundários. Isso contribuiu para o surgimento de especialistas universitários em ensino de Matemática. O terceiro fato diz respeito aos estudos experimentais realizados por psicólogos americanos e europeus, desde o início do século XX, sobre o modo como as crianças aprendiam a Matemática.

No entanto, em nível internacional, a pesquisa em Educação Matemática deu um salto significativo a partir do Movimento da Matemática Moderna, ocorrido nos anos 50 e 60. Esse movimento surgiu, de um lado motivado pela Guerra Fria, entre a Rússia e os Estados Unidos, e, de outro, como resposta à constatação, após a 2ª Guerra Mundial, de uma considerável defasagem entre o progresso científico-tecnológico e o currículo escolar então vigente. A Sociedade Norte-americana de Matemática, por exemplo, optou, em 1958, por direcionar suas pesquisas ao desenvolvimento de um novo currículo escolar de Matemática. Surgiram, então, vários grupos de pesquisa envolvendo matemáticos, educadores e psicólogos. O mais influente deles foi o *School Mathematics Study Group*, que se fez notar pela publicação de livros didáticos e pela disseminação do ideário modernista para além das fronteiras norte-americanas, atingindo também o Brasil.

Para Lorenzato e Fiorentini (2001), é a partir desse período que também surgem, principalmente nos Estados Unidos, os primeiros programas específicos de mestrado e doutorado em Educação Matemática. Os estudos nessa área cresceram tanto, que, segundo Kilpatrick (1992), até o final dos anos 80 já haviam sido realizados mais de cinco mil estudos na área, a maioria nos Estados Unidos.

O surgimento da Educação Matemática no Brasil também teve início a partir do Movimento da Matemática Moderna, mais precisamente no final dos anos 70 e durante a década de 80. É nesse período que surgem a *Sociedade Brasileira de Educação Matemática* (SBEM) e os primeiros programas de pós-graduação em Educação Matemática.

Uma das primeiras preocupações era ter clareza sobre o papel do educador matemático.

O educador matemático é aquele que concebe a matemática como um meio ou instrumento importante à formação intelectual e social de crianças, jovens e adultos e também do professor de matemática e, por isso, tenta promover uma educação pela matemática. (LORENZATO; FIORENTINI, 2001, p.3).

Assim, percebemos uma distinção entre ser matemático e ser educador matemático, pois o primeiro produz novos conhecimentos e ferramentas matemáticas para o desenvolvimento da matemática pura e aplicada e o segundo, através de métodos interpretativos e analíticos das ciências sociais e humanas, desenvolve conhecimentos e práticas pedagógicas que contribuam para uma formação mais integral, humana e crítica do aluno e do professor (LORENZATO e FIORENTINI, 2001).

Os autores ainda complementam a essas diferenças o fato de a matemática ser uma ciência milenar, sendo estruturada em bases lógicas bem definidas, enquanto a Educação Matemática (EM) é uma área emergente de estudos, recém-nascida, não possuindo uma metodologia única de investigação. Podemos dizer, ainda, segundo Burak e Klüber (2010), que o *matemático* e o *educador matemático* têm concepções diferentes de educação, ensino, aprendizagem e do próprio objeto de ensino – a Matemática.

E, devido a essas diferenças, ainda pouco discutidas, encontramos, com frequência, em muitas instituições de ensino superior, dois grupos: de um lado os *matemáticos* e de outro lado os *educadores matemáticos*, com pensamentos e ações diferentes em relação ao ensino de matemática. O desejável e, sem dúvida, mais profícuo, e que possibilita o ensejo de avanços, segundo Fiorentini e Lorenzato (2006, p.13), é promover a aproximação entre o *matemático* e o *educador matemático* de modo que conteúdo e forma (método) não se constituam em entidades dicotômicas. Entretanto, Burak e Klüber (2010, p.154) advertem que *tal empreendimento não é fácil, dada a natureza da Educação Matemática, que mantém interfaces com a maioria das Ciências Humanas e Sociais*. E o desconhecimento dessa interdependência da EM com a maioria dessas ciências provoca a falta de consenso e diálogos positivos entre os pesquisadores quando

precisam responder perguntas como: Qual a identidade, domínios e fronteiras da EM? Quais os objetivos, campos da pesquisa e como pesquisar em EM?

É possível dizer, segundo Fiorentini e Lorenzato (2001, p.5), que a EM é uma área de conhecimento das Ciências Sociais ou Humanas, que estuda o ensino e a aprendizagem da matemática e, de modo geral:

A EM caracteriza-se como uma práxis que envolve o domínio do conteúdo específico (a matemática) e o domínio de ideias e processos pedagógicos relativos à transmissão/assimilação e/ou à apropriação/construção do saber matemático escolar.

Para melhor compreender a afirmação de que a EM é uma área de conhecimento das Ciências Sociais ou Humanas, se faz necessário apresentar, a partir do ensaio de Rius (1989a), o modelo desenvolvido por Higginson, representado por um tetraedro, formado por quatro áreas, designadas pela sigla MAPS, na qual M = Matemática, A = Filosofia, P = Psicologia e S = Sociologia. Cada área corresponde a uma face do tetraedro e pela interação que essa figura expressa, estas, para Higginson, são necessárias e suficientes para definir a natureza da Educação Matemática.

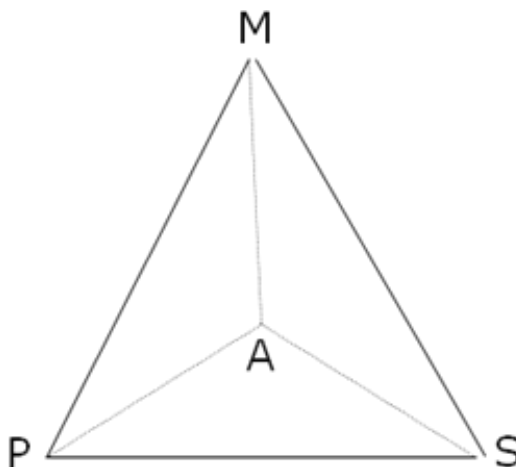


Figura 1 – Tetraedro de Higginson

Elas dizem respeito às seguintes perguntas: *O que?*, que corresponde à dimensão Matemática; *Quando?* e *Como?*, que correspondem à Psicologia; *Por que?*, concernente à dimensão da Filosofia; e *Quem?* e *Onde?*, referentes à Sociologia.

Para Burak e Klüber (2010), o modelo do tetraedro apresentado mostra interações possíveis entre as áreas da Matemática com a Filosofia, a Psicologia e a Sociologia, sendo razoável admitir a possibilidade dessa interação se considerarmos a Educação Matemática em uma perspectiva que não se prende especificamente à visão das Ciências Naturais e Exatas.

Segundo os autores, o modelo de Higginson apresenta certa fragilidade que pode ocasionar um “esvaziamento” da Matemática, pelo motivo de o modelo geométrico parece favorecer apenas a Psicologia e a Sociologia, ficando a Matemática em segundo plano ou até mesmo desconsiderada em termos próprios de sua importância.

Trabalhar, a partir dos temas do cotidiano ou aqueles da escolha do aluno, ficando, portanto, restrito à tematização e trabalhos periféricos com a matemática, pode ser uma forma de iniciar as atividades com a Modelagem, entretanto, corre-se o risco, para o qual o professor deverá estar atento, de fazer modelagem matemática sem matemática, ou seja, com ênfase predominantemente na dimensão social, em detrimento das demais dimensões que constituem a natureza da Educação Matemática.

Na perspectiva da ampliação da discussão sobre a natureza da Educação Matemática, Burak e Klüber (2008, p. 98) propuseram uma ampliação para o modelo de Higginson, que pudesse expressar a inclusão de novas áreas, o qual foi representado por uma forma complexa, em forma de rede, que busca superar a perspectiva inicial do tetraedro. Essa ampliação, que já era proposta pelo próprio Higginson, em virtude dos aspectos de historicidade envolvidos na produção de qualquer área de conhecimento, traz uma nova perspectiva para o entendimento da Educação Matemática. A figura 2 que representa, no entendimento dos autores, uma melhor configuração da Educação Matemática é apresentada a seguir:

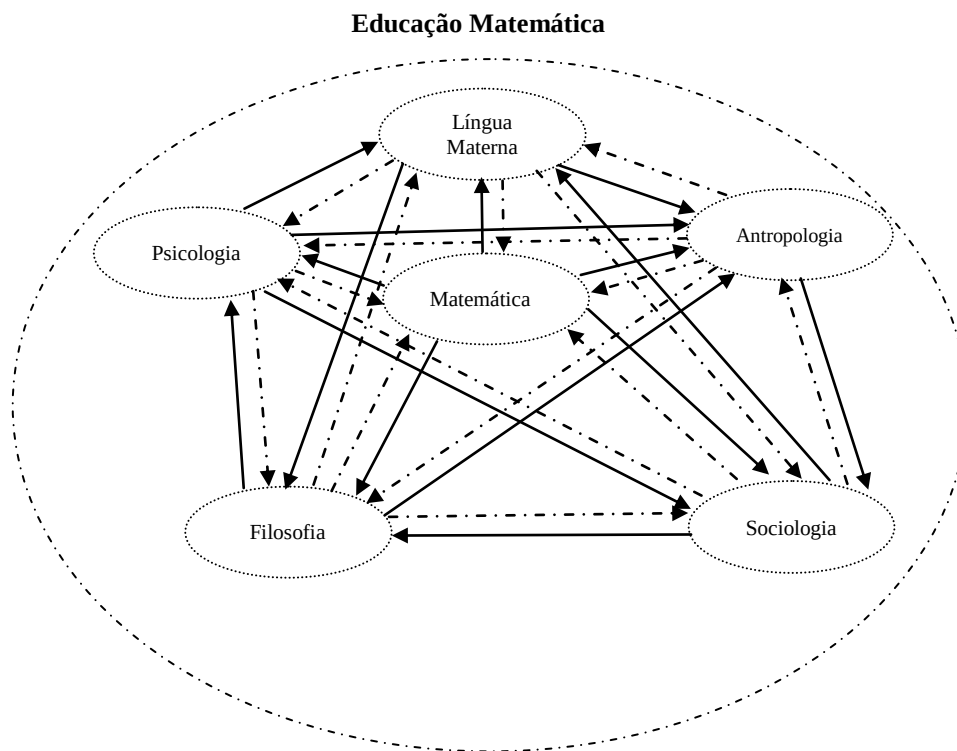


Figura 2 – Configuração da Educação Matemática

Fonte: BURAK; KLÜBER, 2008

Dessa forma, a nova representação da Educação Matemática reflete uma visão da Matemática como um de seus componentes e não “o componente”. 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 e o seu ensino e aprendizagem em um contexto em que se favorecem as múltiplas interações entre as áreas que a constituem, as quais, por sua vez, agem e interagem em uma relação de reciprocidade. Essa perspectiva reconhece e trabalha com a complexidade na busca de:

um ‘ser’ e do ‘saber’ uno e múltiplo que nos revela uma ciência que, mais do que a detentora de verdades absolutas e imutáveis, nos aponta para um caminho de novas descobertas e novas verdades que aceitam a complexidade como uma realidade, em que o ser humano é ao mesmo tempo sujeito e objeto de sua própria construção e do mundo. (PETRAGLIA; 2005, p.13).

Essa explicitação sobre a Educação Matemática nos conduz a precisar sobre a concepção de Modelagem Matemática assumida para o desenvolvimento de nossa pesquisa.

1.6 Sobre a concepção de Modelagem Matemática assumida

No contexto dessa preocupação com o ensino e a aprendizagem da Matemática, ao longo de uma recente história, cerca de 30 anos, diversas tendências metodológicas para o ensino de Matemática, entre elas a Modelagem Matemática, que pressupõe que o ensino e a aprendizagem da Matemática sejam potencializados a partir de situações do cotidiano.

Atualmente, vários autores desenvolvem pesquisa em Modelagem Matemática com concepções distintas. Um estudo desenvolvido por Klüber (2009) aponta cinco concepções de Modelagem Matemática que mantêm alguma intercessão ao que concerne à área e às discussões sobre Modelagem Matemática, porém, alimentam algumas diferenças que apresentamos seguir. O autor escolheu cinco pesquisadores que desenvolvem Modelagem Matemática, visto que suas concepções estão presentes em seus trabalhos, são eles: Rodney Carlos Bassanezi, Dionísio Burak, Maria Salett Biembengut, Jonei Cerqueira Barbosa e Ademir Donizeti Caldeira. Segundo o autor, “Estes pesquisadores são os que fazem sentido para nós, pois desde o primeiro contato com leituras sobre Modelagem Matemática, as suas concepções se fazem presentes” (Klüber, 2009, pg.19).

1.6.1 A modelagem para Bassanezi

Segundo Rodney Carlos Bassanezi¹² (2002), a Modelagem Matemática é “a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real.” (p.16). Nesta perspectiva, o autor entende que sempre se faz necessária a formulação de um Modelo Matemático. A MM, nesta concepção, consiste nas seguintes etapas: 1) experimentação; 2) abstração (seleção de variáveis; problematização ou formulação de problemas; formulação de hipóteses; simplificação); 3) resolução; 4) validação; e 5) modificação (caso seja necessário alterar o modelo).

¹² Prof. Dr. Rodney Carlos Bassanezi, professor titular do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC) da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas – SP. Coordenou inúmeros cursos sobre modelagem em diversas instituições no país. (BASSANEZI, 2002).

A experimentação é o processo de caráter laboratorial em que se levantam os dados referentes ao experimento. A abstração deve conduzir à formulação de Modelos Matemáticos. Na resolução é efetuada a substituição da linguagem natural das hipóteses pela Linguagem Matemática coerente, com o intuito de se obter um modelo. A validação é a aceitação ou refutação do modelo proposto. A modificação ocorre quando as previsões, possíveis de serem feitas com o auxílio do modelo, são distantes da realidade por algum motivo ou deficiência nas etapas anteriores: na coleta de dados, na formulação dos problemas e das hipóteses, no caso de o sistema ter sido demasiadamente simplificado e terem sido consideradas as variáveis necessárias ou, ainda, no caso de se encontrar outro caminho ou teoria que não a esperada.

Sendo assim, para Bassanezi (2002) “A modelagem eficiente permite fazer previsões, tomar decisões, explicar, entender; enfim participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças.” (p. 31).

1.6.2 A modelagem para Biembengut

A Professora Maria Salett Biembengut¹³ (1999) define Modelagem como “um processo que envolve a obtenção de um modelo.” (p. 20). E nesse processo a Modelagem é uma forma de interligar Matemática e realidade, que, na visão da autora, são disjuntas. Semelhante definição aparece em sua dissertação de mestrado, considerando que a Modelagem é “[...] a estratégia usada para se chegar ao modelo.” (BIEMBENGUT, 1990, p.3); e em sua tese de doutorado diz que a “Modelagem Matemática é o processo envolvido na obtenção de um Modelo.” (BIEMBENGUT, 1997, p. 65). Assim, a autora acredita que a Modelagem Matemática é o processo que visa “traduzir a linguagem do mundo real para o mundo matemático” (BIEMBENGUT, 1990, p.10).

Biembengut (1997) trata a Modelagem em uma perspectiva motivacional, onde o “O importante é não perder a motivação.” (p. 105), solicitando segurança por parte do professor para a realização da proposta. Para ela, a

¹³ Prof. Dr. Maria Salett Biembengut. Professora da Universidade Regional de Blumenau, FURB. Possui mestrado em Educação Matemática pela UNESP – Rio Claro – SP, em 1990. Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas, pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – SC, em 1997, e pós-doutorado em Metodologia de Ensino e Pesquisa pela Universidade de São Paulo – USP, em 2003.

Modelagem segue alguns procedimentos (etapas), subdivididas em seis subetapas, sendo elas: 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).

1.6.3 A modelagem para Barbosa

Jonei Cerqueira Barbosa¹⁴ (2001) concebe a Modelagem Matemática como uma oportunidade de os alunos indagarem situações por intermédio da Matemática, sem procedimentos fixados previamente. Os conceitos e ideias matemáticas se encaminham de acordo com o desenvolvimento das atividades, dando um caráter aberto para esta prática. Não há a exigência de se criar um modelo matemático, principalmente porque os alunos nem sempre têm conhecimento matemático suficiente para tal atividade. Sobre isso, Barbosa (2001a) afirma: “À medida que não compreendo as atividades de Modelagem contendo encaminhamentos e fins *a priori*, sustendo que os alunos podem investigar matematicamente uma dada situação, sem necessariamente construir um modelo matemático.” (p. 36).

Nesse sentido, assume que a *“Modelagem é 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.”* (BARBOSA, 2001b, p. 6, grifos do autor).

O ambiente de aprendizagem é concebido como um “convite” feito aos alunos, o que pode ocasionar que eles se envolvam ou não nas atividades. Sendo assim, os interesses dos educandos devem ir ao encontro da proposta do professor. Essa conceituação de ambiente de aprendizagem, segundo Barbosa (2001), está em consonância com Skovsmose (2000).

Esclarece que o seu aporte teórico é a corrente de Modelagem que é denominada de *sócio crítica*. Nesta, as “atividades buscam abranger o

¹⁴ Prof. Dr. Jonei Cerqueira Barbosa. Professor do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS - BA. Coordena o Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática (NUPEMM) e atua no Programa de Pós-Graduação em Ensino. Possui doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – UNESP – Rio Claro, no ano de 2001.

conhecimento de matemática, de modelagem e reflexivo.” (BARBOSA, 2001a, p. 29). Portanto, destacam-se os interesses dos alunos como os determinantes de toda e qualquer atividade com Modelagem.

Essa maneira de conceber a Modelagem se orienta por situações da realidade e não por situações fictícias (semirrealidades), porque estas servem quase sempre para atender aos propósitos/proposições do Ensino da Matemática pela Matemática. Porém, tais situações não são descartadas, uma vez que podem, até certo ponto, envolver os alunos em ricas discussões, inclusive não matemáticas. As situações de semirrealidade são ‘construídas’, por isso não se tratam de uma realidade em si, porque é artificial.

1.6.4 A modelagem para Caldeira

Ademir Donizeti Caldeira¹⁵ concebe a Modelagem pensando-a como advinda de projetos, sem a preocupação de reproduzir os conteúdos apresentados no currículo, enfatizando, contudo, que não se pode perder os conceitos universais da Matemática. Ele acredita na eficácia da Modelagem, uma vez que ela, enquanto concepção de Educação Matemática, pode “oferecer aos professores e alunos um *sistema de aprendizagem* como uma nova forma de entendimento das questões educacionais da Matemática.” (CALDEIRA, 2005, p. 3).

O trabalho com a Modelagem é sugerido em grupos: “Grupos de trabalhos se fazem necessários para uma dinâmica mais participativa, onde o aluno passa da passividade das aulas explicativas, onde ele é mero espectador e ‘depositário’ de informações, para uma dinâmica integrativa e criativa.” (CALDEIRA, 2004b, p. 4).

Para a Educação, a visão que o autor discute da Modelagem é a de que esta pode ser um forte instrumento de criticidade, oportunizando a clareza da importância da Matemática na vida das pessoas, porque as aplicações feitas através da MM “dão luz” aos conteúdos matemáticos.

A Modelagem Matemática, concebida como um sistema de aprendizagem, é uma oportunidade de oferecer as devidas condições aos

¹⁵ Prof. Dr. Ademir Donizeti Caldeira. Professor colaborador da Universidade de Uberaba, professor adjunto ‘i’ da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, e colaborador da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Possui mestrado em Educação Matemática pela Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, em 1992. Doutor em Educação pela UNICAMP, no ano de 1998.

professores e aos alunos para que questionem e entendam a Educação, passando, por sua vez, a acreditar no processo dinâmico da realidade. Por isso, caracteriza-se como a não aceitação do atual currículo escolar que parece estagnado. “O conteúdo deixa de ser totalmente previsível dependendo da direção tomada pelos alunos na solução de problemas propostos e da capacidade do professor em direcionar a discussão. Portanto é flexível e poderá não seguir rigorosamente a ordem em que aparece nos livros-textos, como também pode aparecer algum conteúdo não programado para a série em que o professor estiver trabalhando.” (CALDEIRA, 2004b, p. 4).

1.6.5 A modelagem para Burak

Tratando das concepções, Dionísio Burak¹⁶ (1987) diz que a Modelagem Matemática é 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.” (p. 21). Nesse momento do trabalho, Burak (1987) o propõe em termos da construção de modelo, inferindo que as “variáveis devem ser relacionadas para melhor exprimir o problema a ser estudado, é a construção do modelo.” (p. 37).

Para o desenvolvimento da MM, o autor enfatiza dois pressupostos: 1) o interesse do grupo e 2) a obtenção de informações e dados do ambiente onde se encontra o interesse do grupo. Esses pressupostos têm embasamento na experiência de cunho antropológico e nas teorias construtivistas, interacionistas e de aprendizagem significativa (BURAK, 1998). Por esses motivos existe a possibilidade de o aluno trabalhar com entusiasmo e perseverança, formando atitudes positivas em relação à Matemática, ou seja, pode despertar nele o gosto pela disciplina.

O desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, na perspectiva de BURAK (1998 e 2004), sugere cinco etapas: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; 5) análise crítica

¹⁶ Prof. Dr. Dionísio Burak. Professor titular na Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – PR. Primeira dissertação de mestrado na área de Educação Matemática, sobre Modelagem Matemática, na UNESP – Rio Claro, 1987, e tese de doutorado na área de Educação, também sobre Modelagem Matemática, no ano de 1992, na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP - SP.

das soluções. Nesse sentido, entendemos que o detalhamento das etapas propostas por Burak (1998 e 2004) revela uma síntese esclarecedora para encaminhamentos das atividades de Modelagem em sala de aula.

A **escolha do tema** é a etapa em que o professor discute com os estudantes alguns temas que possam gerar interesse ou deixa que eles sejam escolhidos ou sugeridos pelos próprios alunos. Os temas podem ser dos mais variados, uma vez que não é necessário que tenham nenhuma ligação imediata com a Matemática ou com conteúdos matemáticos, e sim com o que os estudantes manifestem interesse em desenvolver atividades de modelagem. Já nesta fase, é fundamental que o professor assuma uma postura de mediador, facilitador da aprendizagem, pois deverá dar o melhor encaminhamento para que a opção dos alunos seja respeitada.

Na **pesquisa exploratória**, com o tema a ser pesquisado já escolhido, orienta-se e discute-se com os alunos formas de conhecer mais e melhor sobre o assunto. Aspectos teóricos, curiosidades, conteúdos técnicos, materiais dos mais diversos, que contenham informações e noções prévias sobre o que se quer desenvolver/pesquisar, favorecem a formação de atitudes de investigação. Os *sites*, a pesquisa bibliográfica e as pesquisas de campo sobre o assunto são fontes ricas de informações e estímulo, bem como se constituem como meios de se conhecer o objeto de estudo.

No **levantamento dos problemas**, de posse dos materiais e informações coletadas na pesquisa exploratória, os alunos são incentivados a conjecturar sobre tudo que pode ter relação com o tema. Essas podem ensejar questões, sejam elas matemáticas, econômicas, ambientais, entre outras, que decorrem do tema e possibilitam elaborar problemas ou indagar sobre situações simples ou complexas que os 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.

Durante a **resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema** proporciona-se a abertura para a busca de respostas aos problemas levantados, que podem ser de naturezas distintas. No trabalho com a Modelagem faz-se um caminho inverso do usual, em que os conteúdos determinam os problemas. Na Modelagem, os problemas determinam os conteúdos a serem usados para resolver as questões oriundas da

etapa anterior. Nesta etapa, os conteúdos matemáticos passam a ter significado e no decorrer do processo podem surgir os modelos matemáticos, porém, isso não é a finalidade dessa concepção de Modelagem.

Na **análise crítica das soluções** deve-se ter criticidade, não apenas em relação à Matemática, mas em relação a outros aspectos, como a viabilidade das resoluções apresentadas, que muitas vezes são resolvíveis matematicamente, mas inviáveis para a situação estudada e para situações reais. Não se trata, necessariamente, da análise de um modelo, mas dos conteúdos, dos seus significados e no que os alunos podem contribuir para a melhoria das ações e decisões enquanto pessoas integrantes da sociedade e da comunidade em que participam. A análise crítica das soluções pode passar por discussões de problemas não matemáticos, mas sociais, humanos, culturais e econômicos ou ambientais. Vale ressaltar que essa criticidade deve permear todo o processo de Modelagem e pensar a Educação em um contexto mais amplo.

Dentre as concepções descritas, estamos assumindo a proposta por Burak. A escolha desta concepção dá-se por manter relações com os objetivos propostos para esta investigação e pelo fato de que nela a Modelagem Matemática vem ao encontro das expectativas do educando, por conferir sentido ao que ele estuda, por satisfazer suas necessidades de aprendizagem, partindo dos seus interesses, podendo realizar alguns de seus objetivos. Vale destacar que a preocupação do autor está centrada no processo de ensino e de aprendizagem da Matemática, principalmente no âmbito da Educação Básica. Fato este que favorece a reconfiguração da Modelagem como uma metodologia fundamentada em teorias cognitivas de ensino e de aprendizagem e visão de ciência que leva em consideração a complexidade do ser e do saber, aspectos que a diferenciam de outras concepções.

O próximo capítulo tratará da formação continuada de professores utilizando a Educação a Distância, sua história, seus fundamentos e as perspectivas e desafios desta modalidade de ensino frente ao grande avanço das tecnologias de informação e comunicação (TICs).

CAPÍTULO II

A FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES E A EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA MEDIADA PELA TECNOLOGIA – EaD ONLINE

Este capítulo tratará inicialmente da formação continuada de professores, seguindo a tendência da prática reflexiva. Em seguida, irá discorrer sobre como esta formação continuada pode acontecer na modalidade de Educação a Distância. Dentre as várias modalidades de EaD¹⁷ iremos focar a Educação a Distância *online*, que utiliza a Internet como principal ferramenta, pois compreendemos que esta modalidade pode ser uma alternativa importante para a formação continuada de professores, atingindo patamares de qualidade igual ou superior ao que pode ser conseguido em situações presenciais. Como inovação metodológica adotamos, no contexto da EaD *online*, a abordagem do “estar junto virtual” dos professores-discentes, que articula a teoria e a prática na construção do conhecimento e na aprendizagem colaborativa entre os participantes do curso (VALENTE, 2003).

2.1 A formação continuada de professores

Nas discussões das políticas públicas para educação, a formação continuada de professores vem assumindo posição de destaque, como, por exemplo, com o PDE¹⁸ no Paraná. Esta preocupação com a formação continuada também se evidencia nas investigações e debates acerca da formação dos professores, onde aparece associada ao processo de melhoria das práticas pedagógicas desenvolvidas pelos professores em sua rotina de trabalho.

Diversos autores (Perrenoud, 2000; Nóvoa, 1992a; entre outros) apontam que o destaque na formação continuada se deve à deficiência na formação inicial. O problema começa na seleção dos alunos pelos cursos de licenciatura, pois esses cursos não conseguem selecionar bem os candidatos que aspiram a

¹⁷ Doravante iremos utilizar a sigla EaD para designar Educação a Distância.

¹⁸ Programa de Desenvolvimento Educacional - é uma política pública que estabelece o diálogo entre os professores da Educação Superior e os da Educação Básica, através de atividades teórico-práticas orientadas, tendo como resultado a produção de conhecimento e mudanças qualitativas na prática escolar da escola pública paranaense.

tornarem-se professores, sendo que poucos têm os cursos de licenciatura como sua primeira opção na escolha da profissão quando egressos do Ensino Médio, tendo em vista o grande número de cursos oferecidos pelas instituições de Ensino Superior. Outra questão importante é o fato de a carreira docente ser menos atrativa pela falta de *status* e reconhecimento social, sendo fácil identificar, nos primeiros anos dos cursos de licenciatura, os alunos que fizeram a escolha com base na baixa concorrência do curso e não porque possuem inclinação e/ou aptidão para estudar e ensinar matemática.

Nesse entendimento, se faz necessário complementar a ideia dos autores, pois concordamos que, em parte, a deficiência se deve à formação inicial, mas, também em parte, se deve à necessidade de uma atualização constante do professor, tendo em vista os avanços significativos no que concerne às teorias da educação e das TICs, tão necessárias às necessidades de formação de um cidadão para o século XXI.

Um relatório da consultoria McKinsey & Company¹⁹, que analisou as práticas dos países com os melhores sistemas educacionais²⁰ e o que eles têm em comum, indica que todos esses países conseguem selecionar bem os indivíduos para a carreira do magistério e também promover seu desenvolvimento durante a formação acadêmica e depois a sua formação continuada, para que, de fato, se tornem professores com boa prática.

Apesar das diferenças entre os sistemas educacionais e os contextos sociais existentes entre os países que participaram da pesquisa, o relatório aponta que todos apresentaram padrões semelhantes em relação ao perfil de um bom professor, como:

1. Domina os conteúdos curriculares das disciplinas que leciona, o que inclui a compreensão de seus princípios e conceitos.
2. Conhece as características de desenvolvimento dos alunos, suas experiências e contexto em que vivem, e como esses fatores afetam sua aprendizagem.
3. Domina a didática das disciplinas que ensina, incluindo diversas estratégias e atividades de ensino.

¹⁹ Barber, Michel; Mourshed, Mona (2007) "How the world's best-performing school systems come out on top". McKinsey & Company apud Brasil (2009).

²⁰ O parâmetro foi o resultado do PISA de 2006, sendo os países: Canadá, Austrália, Bélgica, Finlândia, Hong Kong, Japão, Holanda, Nova Zelândia, Cingapura e Coreia do Sul.

4. Domina o currículo ou as diretrizes curriculares das disciplinas que leciona.
5. Organiza os objetivos e conteúdos de maneira coerente com o currículo, os momentos de desenvolvimento dos alunos e seu nível de aprendizagem.
6. Seleciona recursos de aprendizagem de acordo com os objetivos de aprendizagem e as características de seus alunos.
7. Seleciona estratégias de avaliação coerentes com os objetivos de aprendizagem, a disciplina que ensina e o currículo, permitindo que todos os alunos demonstrem o que aprenderam.
8. Estabelece um clima favorável para a aprendizagem, baseado em relações de respeito, equidade, confiança, cooperação e entusiasmo.
9. Manifesta altas expectativas em relação às possibilidades de aprendizagem e desenvolvimento de todos os seus alunos.
10. Estabelece e mantém normas de convivência em sala de aula, de modo que os alunos aprendam a ter responsabilidade pela sua aprendizagem e a dos colegas.
11. Demonstra valores, atitudes e comportamentos positivos e promove o desenvolvimento deles pelos alunos.
12. Comunica-se efetivamente com os pais dos alunos, atualizando-os e buscando estimular o seu comprometimento com o processo de ensino-aprendizagem dos alunos.
13. Aplica estratégias de ensino desafiantes e coerentes com os objetivos de aprendizagem e com os diferentes níveis de aprendizado dos alunos.
14. Utiliza métodos e procedimentos que promovem o desenvolvimento do pensamento e da busca independente do conhecimento.
15. Otimiza o tempo disponível para o ensino, garantindo o máximo de aprendizagem de cada aluno durante toda a duração da aula.
16. Avalia e monitora o processo de compreensão e apropriação dos conteúdos por parte dos estudantes.
17. Busca aprimorar seu trabalho constantemente a partir de diversas práticas, tais como: a reflexão sistemática de sua atuação, a autoavaliação em relação ao progresso dos alunos, as descobertas de pesquisas recentes sobre sua área de atuação e as recomendações de supervisores, tutores e colegas.

18. Trabalha em equipe com os demais profissionais para tomar decisões em relação à construção e/ou implementação do currículo e de outras políticas escolares.

19. Possui informação atualizada sobre as responsabilidades de sua profissão, incluindo aquelas relativas à aprendizagem e ao bem estar dos alunos.

20. Conhece o sistema educacional e as políticas vigentes.

Na educação brasileira, dentre as diferentes tendências da formação continuada de professores, a prática reflexiva vem sendo apontada pelos diferentes estudos como orientação mais adequada. (SILVA e ARAÚJO, 2004). Assim, vem sendo pesquisada e estudada por diferentes teóricos (FREIRE, 2001; PERRENOUD, 2002; IMBERNÓN, 2001; ALARÇÃO, 2003; entre outros).

2.1.1 O processo reflexivo na e para a formação continuada de professores

A partir do processo reflexivo, abandona-se o conceito de formação docente como um processo de atualização que se dá apenas através da aquisição de informações descontextualizadas da prática educativa do professor, para adotar um conceito de formação que segundo Imbernón (2001) consiste em construir conhecimentos e teorias sobre a prática docente, a partir da reflexão crítica.

A formação terá como base uma reflexão dos sujeitos sobre sua prática docente, de modo a permitir que examinem suas teorias implícitas, seus esquemas de funcionamento, suas atitudes etc., realizando um processo constante de autoavaliação que oriente seu trabalho. A orientação para esse processo de reflexão exige uma proposta crítica da intervenção educativa, uma análise da prática do ponto de vista dos pressupostos ideológicos e comportamentais subjacentes. (IMBERNÓN, 2001 p.48-49)

Schön (2000) afirma que é possível sistematizar as operações que envolvem o modelo reflexivo a partir de quatro conceitos: o conhecimento na ação, a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão para a ação. Aqui se entende por ação toda a atividade profissional do professor.

O conhecimento na ação é o conjunto de saberes interiorizados (conceitos, teorias, crenças, valores e procedimentos) que são adquiridos através da experiência e da atividade intelectual, mobilizados de forma inconsciente e mecânica nas ações cotidianas do professor, em situações reais do exercício profissional.

A reflexão na ação é aquela desencadeada durante a realização da ação pedagógica, sobre o conhecimento que está implícito na ação. Ela é o melhor

instrumento de aprendizagem do professor, pois é no contato com a situação prática que ele adquire e constrói novas teorias, esquemas e conceitos, tornando-se um profissional flexível e aberto aos desafios impostos pela complexidade da interação com a prática. No entanto, a reflexão realizada sobre a ação e para a ação é de fundamental importância, pois ela pode ser utilizada como estratégia para potencializar a reflexão na ação.

A reflexão sobre a ação é a aquela desencadeada após a realização da ação pedagógica, sobre essa ação e o conhecimento implícito nessa ação. Neste momento, também poderá ser realizada a reflexão sobre a reflexão realizada durante a ação.

A reflexão para a ação é desencadeada antes da realização da ação pedagógica, através da tomada de decisões no momento do planejamento da ação que será desenvolvida.

Desta forma, a postura reflexiva não requer apenas do professor o saber fazer, mais que ele possa saber explicar de forma consciente a sua prática e as decisões tomadas sobre ele, bem como perceber se essas decisões são as melhores para favorecer a aprendizagem do seu aluno, pois, segundo Perrenoud (2002), ensinar é, antes de tudo, agir na urgência, decidir na incerteza.

Para Freire (2001), que foi um dos primeiros teóricos em educação a instituir a reflexão como um dos elementos essenciais para a prática pedagógica docente, a reflexão é o movimento realizado entre o fazer e o pensar, entre o pensar e o fazer, ou seja, no “pensar para fazê-lo” e no “pensar sobre o fazer”. Nessa direção, a reflexão surge da curiosidade sobre a prática docente. Essa curiosidade é inicialmente ingênua. No entanto, com o exercício constante, a curiosidade vai se transformando em crítica. Desta forma, a reflexão crítica permanente deve constituir-se como orientação prioritária para a formação continuada dos professores que buscam a transformação através de sua prática educativa.

Com base nessa compreensão do conceito de reflexão, Freire acrescenta duas novas categorias: (1) a crítica e (2) a formação permanente. Segundo Freire (2001), a crítica é a curiosidade epistemológica, resultante da transformação da curiosidade ingênua, que se critica.

A curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta faz parte

integrante do fenômeno vital. Não haveria criatividade sem a curiosidade que nos move e que nos põe pacientemente impacientes diante do mundo que não fizemos, acrescentando a ele algo que fizemos. (FREIRE, 2001 p.53).

A ideia de formação permanente, no pensamento de Freire, é resultado do conceito da “condição de inacabamento do ser humano e consciência desse inacabamento”. Segundo Freire (2002), o homem é um ser inconcluso e deve ser consciente de sua inconclusão, através do movimento permanente de ser mais:

A educação é permanente não por que certa linha ideológica ou certa posição política ou certo interesse econômico o exijam. A educação é permanente na razão, de um lado, da finitude do ser humano, de outro, da consciência que ele tem de finitude. Mas ainda, pelo fato de, ao longo da história, ter incorporado à sua natureza não apenas saber que vivia, mas saber que sabia e, assim, saber que podia saber mais. A educação e a formação permanente se fundam aí. (FREIRE, 1997 p. 20).

Desta forma, não basta refletir sobre a prática pedagógica docente, é preciso refletir criticamente e de modo permanente.

Para Silva e Araújo (2005), a partir do pensamento de Freire, a formação continuada é concebida como um processo contínuo e permanente de desenvolvimento profissional do professor, onde a formação inicial e continuada é concebida de forma interarticulada, em que a primeira corresponde ao período de aprendizado nas instituições formadoras e a segunda diz respeito à aprendizagem dos professores que estejam no exercício da profissão, mediante ações dentro e fora das escolas.

Nessa concepção, a formação continuada de professores deve incentivar a apropriação dos saberes pelos professores, rumo à autonomia, e levar a uma prática crítico-reflexiva, abrangendo a vida cotidiana da escola e os saberes derivados da experiência docente. É na perspectiva de contemplar alguns pontos acima que procuramos desenvolver o curso de formação continuada em Modelagem Matemática com os professores selecionados da Educação Básica.

2.2 Sobre a Educação a Distância

Cada vez mais a EaD, mediada pela tecnologia, apresenta-se como uma alternativa metodológica viável para o ensino-aprendizagem, especialmente na formação continuada, que é o foco desta investigação. Nos últimos anos temos visto um avanço significativo nesta modalidade, principalmente com o surgimento de

novas tecnologias, ampliando em muito a sua presença nas diversas áreas de formação e atualização profissional (VALENTE, 2003).

No entanto, apesar dos avanços e potencialidades e o fato de ser considerada por muitos como um processo irreversível, a EaD ainda possui alguns desafios a serem enfrentados, tanto de ordem didática, pois há uma série de situações não existentes no ensino presencial, quanto de ordem social, econômica e tecnológica, pois, apesar do grande crescimento do número de usuários de internet no país, conforme dados do PNAD (2008)²¹, ainda temos milhões de pessoas acima de 10 anos de idade que não têm acesso às novas tecnologias. Segundo a mesma pesquisa, o serviço que permite o acesso à banda larga ainda é limitado e, em muitos casos, precário.

Outra constatação, no plano educacional, ressalta que a entrada do século XXI caracterizou o fim das iniciativas particularizadas no campo da EaD. Deu início a uma era de amplos debates sobre esta modalidade, muito embora uma parte significativa da comunidade educacional continue considerando-a como uma modalidade diminuída de educação e sem qualidade suficiente para ser equiparada à Educação Presencial (MUGNOL, 2009). Frente a esse quadro esboçado inicialmente, compreendemos que uma incursão histórica sobre a EaD no Brasil pode trazer mais luzes ao debate e, por consequência, pode situar de maneira mais consistente o referencial que assumimos.

Borba *et al* (2007) apresentam uma classificação elaborada por Vianney *et al* (2003), em foi realizado um estudo da EaD no Brasil, que aponta suas três gerações. A primeira delas surgiu em 1904, com o ensino por correspondência, com ênfase na educação profissional em áreas técnicas, como formação em marcenaria, cursos comerciais radiofônicos, entre outros.

Mugnol (2009, p.21) reforça:

A forma inicial de oferta dos cursos a distância era a correspondência e tinha como finalidade ampliar a oferta de oportunidades educacionais, permitindo que as camadas sociais menos privilegiadas economicamente pudessem participar do sistema formal de ensino, sobretudo da educação básica, uma vez que as preocupações iniciais da EaD estavam focadas neste nível de ensino e em cursos preparatórios para o trabalho.

Afirma ainda o autor, que a exemplo do que acontece nos dias atuais, as iniciativas de EaD eram tidas como de baixo nível, faziam parte dos ideais

²¹ Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.

de democratização do ensino, mas sofriam preconceitos e tinham o estigma de ser um ensino destinado às massas, à população marginalizada, para compensar os atrasos educativos provocados pelo modelo capitalista de desenvolvimento.

A segunda geração de EaD, classificada por Vianney, foi demarcada pelo surgimento dos cursos supletivos, nas décadas de 70 e 80, em que as aulas aconteciam usualmente via satélite e os alunos recebiam material impresso para o estudo. Entre os recursos usados para a comunicação, encontravam-se o rádio, a televisão, fitas de áudio e até fitas de vídeo, em momentos isolados.

Em 1996, após dois anos da expansão da internet no ambiente universitário, deu-se início à terceira geração da EaD, “que vem se estruturando às custas de uma tecnologia avançada” (TORRES, 2004, p.31). Essa estruturação também passa pela necessidade de uma legislação específica, conforme Fragale Filho (2003, p.13) explica:

Vista com desconfiança, tratada como uma forma supletiva ou complementar do ensino presencial, ela foi quase ignorada nas preocupações legislativas relativas à regulamentação da educação no Brasil. No entanto, com o surgimento de novas tecnologias, rompem-se as barreiras que tornaram sua ampliação possível, proporcionando um aumento de oferta sem precedentes, e introduzindo sua regulamentação na agenda legislativa.

A Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (LDB), procurou apresentar metas quantitativas e qualitativas a serem alcançadas no âmbito da EaD, deixando de tratá-la como projeto experimental (LOBO, 2000). Procurando avançar, o Decreto nº 2.494, de 10 de fevereiro de 1998, definiu a EaD como:

[...] uma forma de ensino que possibilita a autoaprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizando isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação.

Nesta nova definição é necessário questionar o que se entende por “autoaprendizagem”. Borba (2007, p. 21) entende essa questão como o “aluno, que ao optar por uma formação à distância, terá que assumir grande responsabilidade pelo seu aprendizado”. No entanto, afirma ainda o autor: “consideramos relevante salientar que o acompanhamento do aluno, especialmente em processos de formação formal, é fundamental para o seu desenvolvimento.”.

Ainda no contexto da oficialização da EaD, um novo conceito foi outorgado no art. 1º do Decreto nº 5.622, de 19 de dezembro de 2005:

Caracteriza-se a educação à distância como modalidade educacional na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorrem com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos.

Outros aspectos ainda foram abordados nesse decreto, o que, segundo Borba (2007), “mostra uma preocupação normativa com as questões relacionadas à EaD”. E a partir das experiências realizadas nessa modalidade, certamente outros pontos deverão ser tratados.

Entretanto, faz-se necessário ir além da prerrogativa da lei e entender as concepções no plano didático-pedagógico, as quais incidem diretamente na qualidade dessa educação.

2.2.1 Algumas concepções de Educação a Distância

Mesmo com o crescimento exponencial da EaD, conquistado neste início do século XXI, no entender de Keegan, *apud* Mugnol (2009)

a literatura existente sobre o assunto revela um panorama fragmentado, não consolidado e carente de fundamentação teórica e trabalhos de pesquisa direcionados, capazes de explicar os principais pontos controversos na descrição dos fundamentos da educação a distância.

Nesse contexto, é preciso reconhecer que o processo educacional a distância é centrado no aluno e mediado pelas tecnologias da sociedade da informação, fato que leva à necessidade de se investigar como alunos e professores, com o uso das novas tecnologias, podem colaborar para gerar novos conhecimentos.

Questões como essas têm desafiado vários autores a dar uma definição mais abrangente para a EaD. Para Gonzalez (2005), as suas características principais são a separação entre professor e aluno em espaço e/ou tempo; o controle do aprendizado realizado com maior intensidade pelo aluno; e a comunicação mediada por documentos impressos ou alguma forma de tecnologia.

Já para Torres (2002, p. 38), a EaD é uma

[...] forma sistematizada de educação que se utiliza de meios técnicos e tecnológicos de comunicação bidirecional/multidirecional no propósito de promover a aprendizagem autônoma por meio da relação dialogal e colaborativa entre discentes e docentes equidistantes.

Holmberg *apud* Mugnol (2009, p. 343), autor que coloca como base dos fundamentos da EaD a teoria da interação e da comunicação, define-a dizendo que:

A expressão “educação à distância” cobre as distintas formas de estudo em todos os níveis que não se encontram sob a contínua e imediata supervisão dos tutores, presentes com seus alunos na sala de aula, mas, não obstante, se beneficiam do planejamento, orientação e acompanhamento de uma organização tutorial.

Percebe-se a dificuldade para se chegar a um consenso sobre a definição de EaD e, obviamente, essa dificuldade está diretamente relacionada ao fato de existir uma carência na definição de seus fundamentos. A diversidade de conceitos de Educação a Distância fomenta a discussão dos pesquisadores da área em torno de alguns termos, como, por exemplo: tempo, distância, educação, ensino, interação, comunicação, entre outros; que estão presentes na maioria das definições.

Dentre os vários conceitos, a concepção assumida para esta investigação está baseada na definição apresentada por Moran²² (2002):

A educação a distância pode ter ou não momentos presenciais, mas acontece fundamentalmente com professores e alunos separados fisicamente no espaço e/ou tempo, mas podendo estar juntos através de tecnologia de comunicação.

O foco está na possibilidade de interação à distância entre os atores do processo, mediante tecnologia (BORBA; MALHEIROS; ZULATO, 2007). E para Valente (2003) o advento da internet abriu um leque de possibilidades para os cursos oferecidos a distância, mudando a forma de pensar e fazer EaD.

Neste estudo iremos utilizar o conceito da EaD *online*, “que pode ser entendida como a modalidade de educação que acontece primordialmente mediada por interações via internet e tecnologias associadas” (BORBA; MALHEIROS; ZULATO, 2007, p.15).

²² Hipertexto disponível em: www.eca.usp.br/prof/moran/textosead.htm. Consultado em 31 de maio de 2010.

2.2.2 A Educação a Distância Online

As ações de EaD via internet, a EaD *online*, podem ser caracterizadas em termos de três grandes abordagens: 1) a *broadcast*²³; 2) a virtualização da sala de aula tradicional; e 3) o “Estar Junto Virtual” (VALENTE, 1999). Segundo o autor, o que difere nessas abordagens é o grau de interação entre o docente do curso e o aluno.

Na abordagem denominada *broadcast*, a informação é enviada ao aluno, via internet, e não existe nenhuma interação entre ele e o docente. Posteriormente, há uma avaliação por um teste padrão. Neste caso, a internet é fonte de informação e cabe ao aluno transformá-la em conhecimento. É uma relação comumente denominada “um para todos”. Devido ao grande número de pessoas que podem receber essa informação é quase impossível a interação entre o emissor e o receptor. Sem essa interação fica difícil de saber se o aluno foi capaz de se apropriar da informação, convertendo-a em conhecimento. Segundo Borba, Malheiros e Zulatto (2007, p. 24), “cursos como esse atendem a uma grande quantidade de estudantes e costumam gerar lucro para seus organizadores”. Como nesta investigação tratamos da formação continuada de professores, não utilizaremos esta abordagem, pois ela não privilegia o papel da interação no desenvolvimento profissional dos professores.

Na abordagem denominada virtualização da escola tradicional, prevê-se um mínimo de interação entre o docente e o aluno, é a relação “uma para poucos”. No entanto, a interação é semelhante ao que acontece em uma sala de aula presencial, ou seja, o docente solicita um exercício ou uma tarefa, usando os conceitos em estudo. O aluno realiza a tarefa e envia a resposta ao docente para que seja avaliada. Portanto, a interação, nesse caso, se resume em fazer uma pergunta e receber uma resposta. Certamente, isso é insuficiente para entender se o aluno foi capaz de atribuir significado à informação disponível. Algumas experiências em EaD têm se desenvolvido, dessa forma, como uma adaptação da aula presencial.

²³ *Broadcast* (do Inglês, “transmitir”) é o processo pelo qual se transmite ou difunde determinada informação, tendo como principal característica que a mesma informação está sendo enviada para muitos receptores ao mesmo tempo. Este termo é utilizado em rádio, telecomunicações e em informática.

A terceira abordagem, denominada “estar junto virtual”, envolve múltiplas interações no sentido de acompanhar e assessorar constantemente o aluno para poder entender o que ele faz e, assim, propor desafios que o auxiliem a atribuir significado ao que está desenvolvendo. Essas interações criam meios para o aluno aplicar, transformar e buscar outras informações e, assim, construir novos conhecimentos. Elas acontecem de forma intensa, de modo que há possibilidade de *feedback* rápido pela internet, utilizando as ferramentas síncronas²⁴ e assíncronas²⁵, que permitem a comunicação tanto entre professor-aluno como entre aluno-aluno.

Alguns dos benefícios das ferramentas assíncronas, segundo Aoki (1998), são: 1) flexibilidade: acesso a qualquer tempo e em qualquer lugar; 2) tempo para refletir: poder pensar e checar referências; 3) contextualização: oportunidade de integrar as ideias em discussão com colegas do curso; 4) custo/benefício: atividades baseadas em texto não requerem linhas de transmissão de alta velocidade e nem computadores robustos para o seu processamento.

Já as ferramentas síncronas, que transportam no espaço estruturas de comunicação presenciais, dão aos alunos de EaD e aos professores e instituições envolvidas uma sensação de grupo, de comunidade. Esta sensação psicológica é importante como fator motivacional para a perseverança e continuidade do curso.

Alguns dos benefícios das ferramentas síncronas, segundo Aoki (1998), são: 1) motivação: o foco é a energia do grupo; 2) telepresença: interação em tempo real; 3) *feedback*: permite retorno e crítica imediata; 4) encontros regulares: alunos mantêm os trabalhos em dia.

Neste sentido, essa abordagem, diferentemente da *broadcast* ou da virtualização de um curso tradicional, não tem como principais objetivos tornar disponível a informação e verificar se ela foi retida. O acompanhamento constante do aluno e a atuação do docente do curso via internet, na perspectiva do estar junto virtual, têm como objetivo o estabelecimento do ciclo de aprendizagem descrição – execução – reflexão – depuração - descrição (VALENTE, 1999).

Segundo Valente (2003, p.31-32):

²⁴ A Comunicação Síncrona, entendida como aquela que é realizada simultaneamente, em tempo real.

²⁵ A Comunicação Assíncrona permite que se postem mensagens, as quais entrarão em contato com os outros cursistas na medida em que eles acessam este recurso.

Essa troca de informações e questionamentos estabelece um ciclo que mantém o professor em um processo de aprendizagem, realizando atividades inovadoras, gerando conhecimento sobre como desenvolver as ações, ao mesmo tempo em que ele conta com o suporte do docente do curso e dos colegas. Assim, a rede telemática pode propiciar o “estar junto” do docente do curso com os professores, todos vivenciando um processo de construção do conhecimento.

A afirmação refere-se exclusivamente ao professor, porém, estamos concebendo o fato de o professor em formação também se constituir em aprendiz e, portanto, estamos denominando-o como professor-discente.

A figura 3 ilustra a criação de uma rede que propicia a formação continuada de professores com base no “estar junto virtual”.

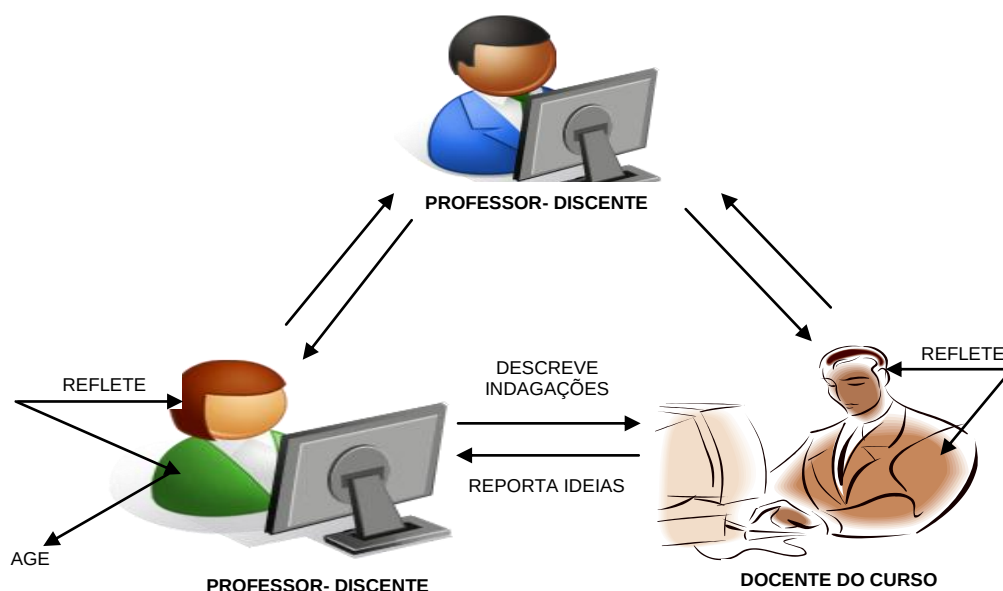


Figura 3 – Ciclo que se estabelece na interação docente-professores no “estar junto” via internet

Fonte: (VALENTE, 2003, p. 32)

A implantação dessa abordagem de EaD foi possível graças à utilização de meios tecnológicos denominados AVA²⁶. Nesse ambiente, o professor pode disponibilizar conteúdos, interagir com os alunos, ensinando-os a distância por meio de recursos multimídia ou outros que viabilizam variadas formas de comunicação. Para Borba, Malheiros e Zulatto (2007), esses ambientes se constituem de um cenário no qual, dependendo dos recursos existentes, o ensino e a aprendizagem podem ocorrer de maneira qualitativamente diferenciada.

²⁶ Ambientes Virtuais de Aprendizagem – são conjuntos de ferramentas para administração de cursos por meio de uma rede de computadores, como a Internet.

Entretanto, é necessária uma advertência, pois, nesta modalidade, a motivação é um fator essencial, isto é, o aluno deve ter certeza de que realmente quer fazer curso a distância. Para estudar em um sistema de EaD é preciso ser capaz de organizar as tarefas do cotidiano, a fim de que o tempo para estudo seja mais bem aproveitado. A disciplina e a organização do tempo diário de estudo são importantes para que sejam cumpridas as tarefas e os prazos determinados. O estudante poderá contar com os tutores, cuja função é ajudar-lhe no desenvolvimento de seus estudos, sobretudo na superação das dificuldades iniciais, nos primeiros períodos do curso.

Por fim, nesta investigação optamos por utilizar como Ambiente Virtual de Aprendizagem a Plataforma *Moodle* que passamos a descrever na subsequência.

2.3 Ambiente Virtual de Aprendizagem - A Plataforma Moodle

O Moodle²⁷ é uma plataforma de aprendizagem a distância baseada em *software* livre. Ele foi e continua sendo desenvolvido continuamente por uma comunidade de centenas de programadores em todo o mundo, que também constituem um grupo de suporte aos usuários e acréscimo de novas funcionalidades. Uma fundação (www.moodle.org) e uma empresa (www.moodle.com) fornecem, respectivamente, o apoio para o desenvolvimento do *software* e sua tradução para dezenas de idiomas, bem como apoio profissional à sua instalação.

Segundo Sabattini (2008), atualmente o Moodle é um sistema consagrado, com uma das maiores bases de usuários do mundo, com mais de 25 mil instalações, mais de 360 mil cursos e mais de 4 milhões de estudantes em 155 países, sendo que algumas universidades baseiam toda a sua estratégia de educação a distância na plataforma Moodle. O sistema é extremamente robusto, suportando dezenas de milhares de usuários em uma única instalação. O Moodle tem a maior participação de mercado internacional, com 54% de todos os sistemas de apoio *online* ao ensino e aprendizado. O Moodle é também um sistema de gestão do ensino e aprendizagem, conhecido por sua sigla em inglês LMS²⁸, ou seja, é um

²⁷ Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (ambiente modular de aprendizagem dinâmica orientada a objetos)

²⁸ *Learning Management System*

aplicativo desenvolvido para ajudar os educadores a criar cursos *online*, ou suporte *online* a cursos presenciais, de alta qualidade e com muitos tipos de recursos disponíveis.

Tecnicamente, a plataforma Moodle é uma aplicação baseada na *Web* e consta de um servidor central em uma rede IP²⁹, que abriga os *scripts*, *softwares*, diretórios e bancos de dados. O usuário possui acesso a um ambiente virtual (que é visualizado através de qualquer navegador da *Web*, como o Internet Explorer, Netscape, Opera e Firefox). Ele é desenvolvido na linguagem PHP³⁰ e suporta vários tipos de bases de dados, em especial MySQL³¹, sendo idealmente implantado em servidores com o sistema operacional livre LINUX.

Outra vantagem é que essa plataforma tem seu código fonte disponibilizado gratuitamente e pode ser adaptado, estendido ou personalizado pela organização que o adota. O padrão adotado é o SCORM³², que é uma coleção de padrões e especificações para e-learning baseado na *web*, de interoperacionalidade, o que garante a exportação e importação de conteúdos, e a mudança relativamente fácil para outras plataformas LMS que obedeçam ao mesmo padrão. Isso permite uma grande flexibilidade e segurança para a sua implantação.

Ainda para Sabattini (2008), a filosofia educacional sobre a qual se baseia o Moodle é a do construcionismo, que é uma abordagem pedagógica desenvolvida pelo pesquisador em Educação e Tecnologias da Informática, Seymour Papert, pesquisador do MIT³³, baseado nas teorias de Jean Piaget, sobre cognitivismo e epistemologia genética. Papert propõe uma transformação na concepção do processo de ensino e aprendizagem por meio do uso do computador como uma ferramenta que propicia ao educando condições concretas de explorar o seu potencial intelectual, desenvolvendo ideias nas mais diferentes áreas do conhecimento.

Desse ponto de vista, os cursos desenvolvidos no Moodle são criados em um ambiente centrado no estudante e não no professor. O professor

²⁹ Protocolo de Internet (em inglês: *Internet Protocol*, é um protocolo de comunicação usado entre duas ou mais máquinas em rede para encaminhamento dos dados.

³⁰ PHP é uma linguagem de programação de computadores interpretada, livre e muito utilizada para gerar conteúdo dinâmico, e é também uma poderosa linguagem orientada a objetos.

³¹ O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês *Structured Query Language*) como interface.

³² *Sharable Content Object Reference Model*.

³³ *Massachusetts Institute of Technology*.

ajuda o aluno a construir este conhecimento com base nas suas habilidades e conhecimentos próprios, ao invés de simplesmente publicar e transmitir este conhecimento. Por esta razão, o Moodle dá uma grande ênfase às ferramentas de interação entre os protagonistas e participantes de um curso. A filosofia pedagógica do Moodle também fortalece a noção de que o aprendizado ocorre, particularmente, bem em ambientes colaborativos.

Neste sentido, o Moodle inclui diversas ferramentas³⁴ que passamos agora a descrever, as quais foram utilizadas no curso de formação continuada dos professores e como instrumentos de obtenção dos dados.

Fóruns de Discussão são uma interface assíncrona, que possibilita a interação e discussão entre os participantes do curso sobre determinado assunto e permite, ainda, a agregação de várias mídias. Esse recurso oferece a opção de configurá-lo de acordo com as necessidades de cada professor na elaboração de seu curso. Dessa forma, é possível escolher entre os seguintes tipos de *fórum* no Moodle: 1) cada usuário inicia apenas um novo tópico – essa opção permite que cada participante possa abrir apenas um novo tópico, no entanto, todos podem responder livremente, sem limites de quantidade; 2) fórum geral - permite que os participantes do curso possam inserir tantos tópicos quanto desejarem; 3) fórum P e R (Pergunta e Resposta) - permite ao professor elaborar questionamentos no fórum para discussão, porém, o aluno somente consegue visualizar as respostas dos outros participantes a partir do momento que este posta a sua própria resposta; 4) fórum de uma única discussão – nesse fórum o tópico aparece em uma única página, bem como ele é recomendado para organizar discussões com foco em um tema único e preciso.

Tarefa é um tipo especial de atividade *off-line* postada no ambiente. Pode ser a resolução de uma lista de exercícios, uma síntese de um artigo ou qualquer atividade proposta pelo tutor.

Materiais é um recurso acessível na caixa atividades ou distribuído entre os tópicos da interface central do ambiente, que compõe o mecanismo pelo qual o tutor poderá disponibilizar material de leitura complementar ao módulo impresso. Os materiais podem ser constituídos por um ou mais arquivos (agrupados

³⁴Ferramentas descritas de acordo com o *site* oficial da plataforma Moodle: www.moodle.org

em “diretórios virtuais”), *links* para *sites* externos e textos compostos dentro do próprio Moodle.

Blogs consistem em um ambiente de edição que o aluno pode usar como um “diário” público de suas atividades e pensamentos. Essa ferramenta possui aplicações pedagógicas que podem ser exploradas pelo tutor no acompanhamento acadêmico, caso aquele tenha optado por usar tal ferramenta. Nesse espaço o aluno poderá fazer uma reflexão de seu próprio desenvolvimento ao longo da tutoria, bem como inserir contribuições e opiniões suas sobre diferentes temas.

Pesquisas de opinião é uma ferramenta que permite a publicação de enquetes para os participantes da sala virtual. Pode ser utilizada pelo tutor para levantamento organizado da opinião dos alunos sobre determinado tema.

Questionário é uma ferramenta avaliativa que consiste em um conjunto de questões objetivas, incluindo: múltipla escolha, verdadeiro ou falso, resposta breve, entre outros tipos. Entre as possibilidades de configuração de um questionário pelo tutor, destacam-se a definição do período de disponibilidade, a apresentação de *feedback* automático ao aluno, a escolha do sistema de avaliação, entre outros aspectos.

Chat permite aos participantes uma interação síncrona (bate-papo, discussão, tira-dúvidas etc.) via *web*. É uma maneira útil para promover a troca de ideias e discussões sobre os assuntos apresentados no curso.

Diário tem como objetivo promover uma reflexão orientada por um moderador. O professor pede ao estudante que reflita sobre certo assunto e o ele anota as suas reflexões progressivamente, aperfeiçoando a resposta. Esta resposta é pessoal e não pode ser vista pelos outros participantes. O professor pode adicionar comentários de *feedback* e avaliações a cada anotação no diário. Esta deve ser uma atividade constante – uma por semana, por exemplo.

Wikis é uma das principais ferramentas de trabalho dentro da filosofia colaborativa do Moodle. Permite a edição de textos com gerenciamento de versões. O *wiki* poderá ser utilizado pelos tutores para implementar metodologias cujos trabalhos devam ser escritos cooperativamente por vários elementos de um grupo. Dentre esses trabalhos podem ser destacados: a composição de sínteses de fórum, artigos e minitutoriais.

Para que ocorra uma verdadeira interação é necessária a participação colaborativa de cada um dentro do grupo, no qual cada elemento

procura intervir no processo, tornando-se coautor do conhecimento produzido. Num processo colaborativo todos têm participação ativa, sendo que a realização das atividades acontece de forma coletiva, de modo que a tarefa de um complementa a do outro, visto que, na colaboração, todos visam atingir objetivos comuns e se apoiam mutuamente para isso.

Segundo Borba, Malheiros e Zulatto (2007), além da *colaboração* outros fatores importantes são a *interação* e o *diálogo*, uma vez que a qualidade da Educação a Distância *online* está diretamente relacionada a esses fatores, os quais implicam na qualidade da participação dos envolvidos durante o processo da produção do conhecimento.

2.4. Acompanhamento e avaliação dos participantes através da Plataforma Moodle.

A plataforma Moodle têm um grande número de recursos que flexibilizam sobremaneira a implantação de diversas filosofias de avaliação:

Avaliação por acessos: o Moodle fornece uma ferramenta denominada *log* de atividades, que permite colocar em gráfico os acessos dos participantes ao *site*, que ferramentas utilizou, que módulos ou materiais ou atividades acessou, em que dia, em que hora, a partir de que computador e por quanto tempo.

Avaliação por participação: todas as intervenções dos alunos no ambiente (envio de perguntas e de respostas, atividades colaborativas, entradas no diário, etc.) também são separadas sob o perfil do aluno, permitindo sua rápida avaliação. Existem ferramentas específicas que permitem ao professor passar ensaios, exercícios e tarefas, com datas e horários limites para entrega.

Avaliação somativa e formativa: o Moodle permite a criação de enquetes, questionários de múltipla escolha, dissertativos, etc., com grande variedade de formatos. Essas avaliações podem ser submetidas aos alunos em datas específicas e com tempo máximo para resposta. O sistema também permite o utilíssimo banco de questões de uma determinada disciplina.

O próximo capítulo irá tratar das etapas e procedimentos da investigação, da opção pela pesquisa qualitativa e das fases do curso.

CAPÍTULO III

ETAPAS E PROCEDIMENTOS DA INVESTIGAÇÃO

3.1 A opção pela pesquisa qualitativa

Considerando os objetivos desta investigação, optou-se pela abordagem da pesquisa qualitativa, que, por sua configuração, caracteriza-se como a mais apropriada para o problema proposto. Este tipo de pesquisa ajuda a identificar questões e a entender porque elas são importantes, bem como revela áreas de consenso, tanto positivo quanto negativo, nas observações feitas pelos professores-discentes. Além disso, é especialmente útil em situações que envolvem o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas ideias, no caso, um curso de modelagem matemática oferecido na modalidade EaD *online*.

Segundo Alves-Mazzotti (1998), a principal característica das pesquisas qualitativas é o fato de que seguem a tradição compreensiva ou interpretativa. Assim, o pesquisador, ao utilizar a abordagem qualitativa, pretende compreender de que forma as pessoas, em um contexto particular, pensam e agem. Além disso:

Entre as implicações dessas características para a pesquisa podemos destacar o fato de se considerar o pesquisador como o principal instrumento de investigação e a necessidade de contato direto e prolongado com o campo, para poder captar os significados dos comportamentos observados. Delas decorre também a natureza predominante dos dados qualitativos: descrições detalhadas de situações, eventos, pessoas, interações e comportamentos observados; citações literais do que as pessoas falam sobre suas experiências, atitudes, crenças e pensamentos, trechos ou integra de documentos, correspondências. (ALVES-MAZZOTTI, 1998, p.132).

É nesse contexto da abordagem qualitativa que os dados foram coletados. Porém, emerge uma especificidade determinada pela natureza da mediação EaD *online*, a Plataforma Moodle, que permitiu diferentes formas de coleta, pois todas as ações desenvolvidas com o seu auxílio ficam registrados sob a forma de *chats*, fóruns, diários e *wiki*. A forma de organização do curso com as estratégias escolhidas (leitura de textos, debates e reflexões coletivas) e o auxílio de ferramentas da plataforma Moodle, proporcionando a vivência de uma experiência

com a MM pelos professores e deles com seus alunos, onde ocorreram trocas relacionadas as dúvidas, expectativas, necessidades, entre outras questões, possibilitaram analisar se a EaD online contribui para melhorar a compreensão sobre Modelagem Matemática.

Para exemplificar, um dos temas importantes debatidos foi o currículo linear. Para desencadear as discussões foi postado um texto para leitura e em seguida, utilizando o *fórum* e o *chat*, todos os participantes puderam expor suas opiniões e entendimentos sobre o assunto e com a mediação do tutor foi possível verificar qual a concepção de currículo que os professores possuem e apresentar a concepção desejável para o desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática.

Feitas as considerações sobre a pesquisa qualitativa, passamos a descrever mais detalhadamente as etapas do trabalho.

3.2 Etapas e procedimentos

Buscando responder à questão norteadora desta pesquisa e alcançar os objetivos propostos, esta investigação foi realizada em três etapas: 1) pesquisa exploratória e construção dos referenciais teóricos; 2) desenvolvimento do curso de Modelagem Matemática mediado pela EaD *online*, no qual se deu a coleta de dados; e 3) análise e interpretação dos dados à luz da pesquisa qualitativa.

Cada uma das etapas apresenta finalidade e metodologia própria, sendo que, no conjunto, as etapas constituem trabalho harmônico e coordenado, pois cada etapa se apoia nos resultados obtidos na anterior.

Precedendo a etapa de definição da hipótese, o problema da pesquisa e os objetivos, bem como a melhor estratégia para o desenvolvimento do curso, foi realizada uma pesquisa exploratória, como parte da fase de planejamento da investigação, junto aos professores da Educação Básica do Estado do Paraná, com os objetivos de: 1) conhecer o panorama da Modelagem Matemática entre os professores; 2) estabelecer critérios para a seleção de professores para o curso de Modelagem Matemática, como por exemplo, disponibilidade de tempo para realizar o curso, estar em sala de aula e possuir equipamento de informática com conexão a internet banda larga.

Em seguida, construímos os referenciais teóricos, o primeiro relativo ao ensino de Matemática, Educação Matemática e Modelagem Matemática, e o segundo sobre a formação continuada dos professores e a Educação a Distância. O ensino de Matemática foi tratado à luz das Diretrizes Curriculares Nacionais, mais especificamente as contidas nas Diretrizes do Estado do Paraná. Nesta etapa buscamos, ainda, esclarecer a visão de Educação Matemática que permeia o ensino de Matemática, bem como, apresentamos cinco pesquisadores que descrevem sua concepção de Modelagem Matemática em seus trabalhos e, dentre essas, destacamos a concepção assumida.

Ainda, no âmbito dos referenciais teóricos, tratamos da formação continuada dos professores na perspectiva de uma prática reflexiva e como esta formação pode acontecer na modalidade de Educação a Distância mediada pela tecnologia, mas especificamente pela EaD *online*, que utiliza a internet como principal ferramenta.

A segunda etapa da investigação tratou do Curso de Modelagem Matemática oferecido aos professores da Rede Estadual de Ensino. Descreve com detalhes as várias fases do curso, mediado pelo uso da tecnologia *online* e os elementos utilizados para a coleta de dados. É com base nesta etapa que realizamos as análises e interpretações concernentes ao nosso problema de pesquisa, que constitui a terceira etapa da investigação.

3.2.1 A pesquisa exploratória e a construção dos referenciais teóricos

A pesquisa exploratória foi utilizada para realizar um estudo preliminar do objeto de estudo da investigação, ou seja, familiarizar-se com o fenômeno que está sendo inquirido, de modo que a investigação pudesse ser concebida com uma maior compreensão e precisão. Ela também permitiu definir os procedimentos de seleção dos sujeitos da pesquisa e escolher as técnicas mais adequadas para decidir sobre as questões que mais necessitaram de atenção e averiguação detalhada.

Para Queiróz(1992),

A pesquisa exploratória, na qualidade de parte integrante da pesquisa principal, é definida como o estudo preliminar realizado com a finalidade de melhor adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer. Em outras palavras, a pesquisa exploratória, ou estudo

exploratório, tem por objetivo conhecer a variável de estudo tal como se apresenta, seu significado e o contexto onde ela se insere.

A pesquisa exploratória, assim norteada, foi realizada durante a fase de planejamento da investigação, sendo importante para mostrar a realidade, e destinou-se a obter informações junto aos professores de modo a refletir as características da realidade.

Inicialmente foi elaborado um questionário *online*³⁵, com 30 questões, que foi enviado para cerca de 200 professores de matemática de distintos núcleos de educação do Estado do Paraná. Neste questionário os professores informaram dados pessoais, além da formação acadêmica e tempo de experiência no magistério.

As questões buscaram clarificar o conhecimento e/ou experiências dos professores com alguma tendência metodológica da Educação Matemática presente nas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, mais especificamente com a Modelagem Matemática, objeto desta investigação. Por fim, intencionava-se reconhecer o nível de interesse em participarem de uma experiência em Modelagem Matemática, na modalidade a distância, oferecida pela Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Desde o início os professores foram informados da finalidade do trabalho e que ele estava vinculado a uma dissertação de mestrado.

Dentre os 200 professores que receberam o questionário, um total de 68 o respondeu, sendo que destes, 56 responderam positivamente, ou seja, mostraram interesse em participar do curso. No entanto, levando-se em consideração o tempo limitado de uma investigação no âmbito *stricto sensu*, todas as variantes para a preparação do curso e as características da EAD *online*, optamos por desenvolvê-la com um número reduzido de participantes. Pois, além dessas questões práticas, entendemos que uma das características da pesquisa qualitativa é a que apresenta esta possibilidade de trabalho com um pequeno grupo, uma vez que se preocupa com o significado e não com a quantificação. Portanto, o universo pesquisado envolveu 12 professores-discentes, levando-se em consideração que o pesquisador tinha como atribuições a coordenação, estruturação, planejamento, execução, orientação e avaliação do curso como um todo e, ainda, o trabalho técnico sobre as ferramentas do Moodle.

Num encaminhamento posterior foi solicitado aos professores-discentes interessados, por meio de um segundo questionário³⁶, informações sobre acesso a equipamentos (computadores) e internet, também sobre disponibilidade de tempo e se estavam atuando em sala de aula, condição indispensável para a participação, pois uma das etapas do curso é a aplicação de uma atividade de Modelagem em sala de aula. Com as respostas obtidas nos dois questionários e, definidos os critérios de seleção dos sujeitos participantes da pesquisa, foi possível selecionar doze professores.

Dos professores selecionados, todos são licenciados em matemática, possuem vários anos de experiência em sala de aula, alguns já trabalharam com Modelagem, outros só ouviram falar. Dos selecionados, tivemos dois professores e 10 professoras, das cidades de Curitiba, Irati, Pato Branco, Guarapuava e União da Vitória.

3.2.2 O Curso de Modelagem Matemática mediado pela EaD online

O curso oferecido, a partir de uma perspectiva reflexiva, foi totalmente a distância, mediado por tecnologia (internet) e compreendeu 3 fases: uma teórica e duas práticas. O desenvolvimento das atividades foi ancorado na Plataforma Moodle, que possui diversas ferramentas de interação entre os participantes, conforme já descrito no capítulo anterior.

3.2.2.1 Primeira fase do curso: discussão de aspectos teóricos sobre a MM

Esta fase do curso foi composta por aspectos teóricos sobre a MM e teve os seguintes objetivos: 1) instrumentalizar os professores na utilização das ferramentas da Plataforma Moodle 2) identificar entre os participantes do curso as dúvidas sobre a MM, fazendo o professor explicitar as suas dificuldades e preocupações em relação a essa modalidade; 3) debater sobre as diversas concepções de MM e sobre a concepção assumida neste estudo; e 4) coletar dados para subsidiar as próximas fases do curso.

Para que os objetivos desta primeira fase pudessem ser atingidos, foram selecionados e postados na Plataforma Moodle quatro textos para serem trabalhados: o primeiro foi *Modelagem Matemática: Aspectos que justificam a sua*

³⁶

utilização no ensino (KLÜBER, 2007), o segundo foi *Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico* (BARBOSA, 2001), o terceiro, *Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas* (KLÜBER; BURAK, 2008), e o quarto, *Formação Continuada: o papel da investigação nas atividades de modelagem matemática* (SILVA, 2006).

Estes textos mostram as potencialidades da modelagem no ensino e na aprendizagem da matemática, a consistência interna de algumas atividades e, ao mesmo tempo, fazem reflexões teóricas consideradas necessárias aos professores, como, por exemplo, a mudança de concepção de currículo. Após a leitura de cada texto, os professores foram convidados a participar do *fórum* de debates e de *chats*, em que puderam expor, compartilhar e discutir com os colegas suas impressões sobre os textos, suas ideias, dificuldades, dúvidas e suas compreensões das distintas concepções de MM apresentadas. Estas atividades foram acompanhadas pelo pesquisador, que também assumiu o papel de tutor do curso.

Sobre o Tutor, importante apresentar as várias tarefas e papéis exigidos do professor online. Palloff e Platt (2002) fizeram uma classificação em quatro áreas: pedagógica, gerencial, técnica e social.

A função pedagógica, segundo os autores, diz respeito ao fomento de um ambiente social amigável, essencial à aprendizagem *online*. No ambiente *online*, o professor torna-se um facilitador. Ele conduz o grupo de maneira mais livre, permitindo aos alunos explorar o material do curso, ou a ele relacionados, sem restrição. O tutor pode trazer assuntos gerais para serem lidos e comentados, além de fazer perguntas visando a estimular o pensamento crítico sobre o assunto discutido. É importante que o tutor comente adequadamente as mensagens dos alunos, as quais servirão para estimular debates posteriores. Nesse contexto, o tutor atua como animador, tentando motivar seus alunos a explorarem o material mais profundamente do que o fariam na sala de aula presencial.

A Função gerencial envolve normas referentes ao agendamento do curso, ao seu ritmo, aos objetivos traçados, à elaboração de regras e à tomada de decisões. O tutor de um curso *online* é também seu administrador. Ele é responsável por enviar um programa para o curso com as tarefas a realizar e as diretrizes iniciais para discussão e adaptação. Os autores sugerem que no começo do curso sejam enviados um plano de ensino, as diretrizes e o código de normas de comportamento

que deve ser seguido. Em seguida, os participantes podem comentar e debater sobre suas expectativas em relação ao curso.

Já a função técnica exige domínio técnico do tutor, sendo então capaz de transmitir tal domínio da tecnologia aos seus alunos. Os tutores devem conhecer bem a tecnologia que usam para atuar como facilitadores do curso.

E a Função social significa facilitação educacional. O tutor é responsável por facilitar e dar espaço aos aspectos pessoais e sociais da comunidade *online*, sendo essa função um estímulo às relações humanas, com a afirmação e o reconhecimento da contribuição dos alunos e isso inclui manter o grupo unido, ajudar de diferentes formas os participantes a trabalharem juntos por uma causa comum e oferecer aos alunos a possibilidade de desenvolver sua compreensão da coesão do grupo. Esses elementos são a essência dos princípios necessários para construir e manter a comunidade virtual. Para dar um sentido de comunidade ao grupo, o tutor poderá usar algumas estratégias, como, por exemplo: iniciar seus cursos pelas apresentações dos alunos, para que todos se conheçam. Dessa forma, cria-se uma atmosfera confiante e aberta, tornando real o fato de que o grupo é composto por pessoas, com sua própria experiência de vida e saberes. Outra estratégia utilizada é a de elaborar previamente uma atividade em grupo, com simulações ou projetos, criando a sensação de trabalho em equipe.

É importante ressaltar que todos os *fóruns* e *chats* realizados ficaram gravados na plataforma Moodle, possibilitando ao pesquisador analisar o nível de compreensão dos textos estudados.

Ainda nesta fase foram aplicadas duas atividades: na primeira, foi solicitado aos professores que identificassem e postassem na Plataforma Moodle quais concepções de MM constavam nos textos estudados; e na segunda atividade solicitou-se que elaborassem cinco questões de dúvidas em relação à MM para serem respondidas por dois professores com experiência nesta metodologia. As respostas foram gravadas em vídeo e postadas na plataforma para serem assistidas pelos participantes do curso e posteriormente foi realizado um debate via *chat*, tendo como base as respostas apresentadas.

Esta fase também foi importante para coletar dados e utilizá-los como subsídios para a elaboração das fases práticas do curso, sendo uma conclusão importante a necessidade de se continuar as discussões teóricas durante

as atividades práticas, pois após as discussões sobre as concepções de MM muitas dúvidas ainda persistiam.

3.2.2.2 Segunda fase do curso: atividade de MM entre os professores-discentes

A segunda fase do curso constituiu no desenvolvimento de uma atividade de MM e teve como objetivo familiarizar os professores-discentes com todas as etapas de uma atividade de MM. Após definir os grupos com três elementos e de forma aleatória, foi marcado um *chat* com cada grupo e o tutor, caracterizando um espaço destinado às explicações sobre o desenvolvimento da atividade de MM.

A atividade de modelagem proposta está de acordo com a perspectiva de Burak (2004), conforme citado anteriormente, que sugere cinco etapas: 1) escolha do tema; 2) pesquisa exploratória; 3) levantamento dos problemas; 4) resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; 5) análise crítica das soluções. Essas etapas foram encaminhadas levando-se em consideração os dois princípios propostos pelo autor: 1) o interesse do grupo e 2) a obtenção de informações e dados do ambiente onde se encontra o interesse do grupo.

Ainda no *chat*, após o pesquisador-tutor explicar como ocorreria a atividade, os professores iniciaram a primeira etapa, escolhendo o tema: o Grupo 1 optou pelo tema *Gripe H1N1 (Gripe Suína)*, onde várias questões foram levantadas entre elas o crescimento exponencial da epidemia. O Grupo 2 escolheu *Iluminação interna de ambientes*, levantando questões sobre otimização na utilização de lâmpadas e espaços. E o Grupo 3, *Aproveitamento da água da chuva*, que possibilitou o levantamento de diversas questões ligados a geometria espacial, como por exemplo a construção da cisterna, que foi discutido o melhor formato, cilíndrico ou esférico, com a mesma capacidade mas que tivesse menor custo de construção.

Definido o tema, todos os grupos passaram para as etapas 2 e 3, realizando a pesquisa exploratória e o levantamento dos problemas. Na etapa 4, que é a resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema, além da ferramenta *chat*, a Plataforma Moodle também dispõe de outras ferramentas que foram utilizadas, como a *wiki*, que é concebida sob uma abordagem colaborativa.

A atividade *wiki* possibilita uma forma de interação *colaborativa* entre alunos e professor, permitindo a construção coletiva de uma determinada informação. Para que ocorra uma interação nesta fase do curso é necessária a participação colaborativa de cada participante no âmbito do grupo, em que cada um procura intervir no processo, tornando-se coautor do conhecimento produzido. Num processo dessa ordem todos têm participação ativa, sendo que a realização das atividades acontece de forma coletiva, de modo que a tarefa de um complementa a do outro, visto que, na colaboração, todos visam atingir objetivos comuns e se apoiam mutuamente para isso.

Corroborando com os elementos apresentados em relação à ferramenta *wiki*, Borba (2008) afirma que além da *colaboração* outros fatores importantes são a *interação* e o *diálogo*, uma vez que a qualidade da Educação a Distância *online* está diretamente relacionada a eles, os quais resultam na qualidade da participação dos envolvidos durante o processo da produção do conhecimento.

3.2.2.3 Terceira fase do curso: atividade de MM desenvolvida pelos professores-discentes junto a seus alunos

A terceira e última fase do curso foi o desenvolvimento de uma atividade de MM pelos professores participantes junto a seus alunos, com o objetivo de aprimorar a aplicação das etapas de uma atividade de MM. Esta etapa também seguiu a perspectiva de MM proposta por Burak (2004), inicialmente levando-se em consideração os dois princípios propostos pelo autor: 1) o interesse do grupo e 2) a obtenção de informações e dados do ambiente onde se encontra o interesse do grupo.

Em seguida, valendo-se das cinco etapas propostas pelo autor, os alunos realizaram a pesquisa exploratória relativa ao tema, o levantamento dos problemas a serem resolvidos, a resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema e, finalmente, a análise crítica das soluções. Todas as atividades foram relatadas em um diário, ferramenta da plataforma Moodle, onde os professores postaram as atividades desenvolvidas, bem como as dificuldades e dúvidas encontradas.

Os encontros realizados por meio de *chat* com o tutor, neste momento, foram constantes, para que as dúvidas fossem resolvidas o mais rápido

possível, pois como já colocado anteriormente, neste trabalho optamos pela abordagem do “Estar Junto Virtual”, que envolve várias interações no sentido de acompanhar e assessorar constantemente o professor discente para poder entender o que ele está fazendo, e, juntos, encontrar soluções que auxiliem o desenvolvimento do trabalho.

3.3 Análise e interpretação dos dados

A terceira etapa da pesquisa tratou da análise e interpretação dos dados, foi desenvolvida à luz do sugerido por Bogdan e Biklen (1994), ou seja, uma análise indutiva seguida por uma triangulação, com base na construção de categorias referentes ao fenômeno estudado. A análise indutiva foi feita a partir dos dados dos *chats* e *fóruns* e de uma atividade em que os professores postaram várias questões de dúvidas sobre a MM.

Dessa maneira, saímos do particular por meio da observação criteriosa dos fenômenos concretos da realidade e das relações existentes entre eles, para se chegar a algumas generalidades que se constituem em nossas categorias apresentadas no capítulo IV. Em outras palavras, após termos elegido o material que seria analisado, debruçamo-nos sobre ele e fizemos análises a luz da questão da pesquisa: O que se evidencia num curso de Modelagem Matemática, oferecido na modalidade de Educação a Distância online, para a formação continuada do professor de matemática? Nessa análise buscamos as diversas unidades de sentido ou significado³⁷ que tivessem vínculo com o objeto de estudo. Dessa forma, as diversas unidades puderam ser codificadas uma a uma e posteriormente reunidas de maneira indutiva e trianguladas a luz da literatura e da nossa experiência como pesquisador e organizador da proposta de formação.

Com vistas à facilitação do entendimento dos procedimentos de investigação, de coleta de dados e de organização dos dados elaboramos o QUADRO 1, no qual constam a questão norteadora da investigação e seus objetivos, e também as três etapas desenvolvidas no âmbito da investigação principal, em que descrevemos as atividades e os objetivos.

³⁷ Esse procedimento será detalhado no próximo capítulo.

Objeto da investigação		A pesquisa principal tem como objeto a modelagem matemática situada num ambiente de educação a distância, mediado pela tecnologia, mas especificamente, a internet.	
Questão que buscamos responder		O que se evidencia num curso de Modelagem Matemática, oferecido na modalidade de Educação a Distância <i>online</i> , para a formação continuada do professor de matemática?	
Objetivo principal da investigação		Compreender como a Modelagem Matemática desenvolvida num curso na modalidade EaD <i>online</i> pode contribuir para a superação das dificuldades do professor no entendimento da metodologia e na sua utilização em sala de aula.	
Objetivos decorrentes da questão de investigação		• Verificar que contribuições a modalidade EaD <i>online</i> proporciona para a formação continuada de professores da Educação Básica e na superação das dificuldades de adoção da Modelagem Matemática. • Avaliar se as ferramentas disponibilizadas na Plataforma Moodle contribuíram para o desenvolvimento do curso na modalidade EaD <i>online</i>. • Analisar as percepções sobre Modelagem Matemática dos participantes do curso. • Verificar se as interações possibilitadas pelas ferramentas da EaD <i>online</i>, via Plataforma Moodle, contribuíram para o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática em sala de aula.	
ETAPAS DA INVESTIGAÇÃO		ATIVIDADES	OBJETIVO
1.	Pesquisa exploratória e construção do referencial teórico	Elaboração de um questionário com 30 questões (ANEXO I), enviado a 200 professores de matemática da Rede Pública do Estado do Paraná.	Colher dados pessoais dos professores, a formação acadêmica e o tempo de experiência no magistério. Verificar o conhecimento e/ou experiências dos professores com alguma tendência metodológica da EM, mais especificamente sobre MM e o interesse em participar do curso de MM na modalidade EaD <i>online</i> .
		Elaboração de um questionário com 8 questões (ANEXO II), enviado a 56 professores que demonstraram interesse em participar do curso.	Selecionar 12 professores para participar da pesquisa, tendo como critérios: acesso a equipamentos (computadores) e internet; disponibilidade de tempo e estar atuando em sala de aula.
2.	Curso de Modelagem Matemática mediado pela EaD <i>online</i>	Primeira fase do curso: discussão de aspectos teóricos sobre a MM.	Instrumentalizar os professores na utilização das ferramentas da Plataforma Moodle e observar como os participantes estavam interagindo. Identificar entre os participantes do curso as dúvidas sobre a MM, fazendo o professor explicitar as suas dificuldades e preocupações em relação a essa modalidade. Debater sobre as diversas concepções de MM e sobre a concepção assumida neste estudo. Coletar dados para subsidiar as próximas fases do curso.
		Segunda fase do curso: atividade de MM entre os professores-discentes.	Familiarizar os professores-discentes com todas as etapas de uma atividade de MM.
		Terceira fase do curso: atividade de MM desenvolvida pelos professores-discentes junto a seus alunos.	Aprimorar a aplicação das etapas de uma atividade de MM.
3.	Análise e interpretação dos dados	Análise indutiva e triangulação, com base na construção de categorias referentes ao fenômeno estudado	Tentar responder à questão norteadora da pesquisa, bem como atender aos objetivos propostos.

QUADRO 1 - Resumo dos Procedimentos de Investigação

FONTE: O autor

O tratamento dos dados coletados nas três fases do curso via ferramentas da plataforma Moodle, como opiniões e dúvidas postadas nos *fóruns*, diálogos nos *chats* e descrições do trabalho com a MM no *diário* e *wiki*, receberá complementação no capítulo 4, em que efetuamos as análises e interpretações concernentes à questão de pesquisa.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Este capítulo trata das análises e interpretações dos dados coletados ao longo do curso oferecido aos professores-discentes. Os instrumentos de coleta dos dados já foram apresentados no capítulo anterior e se constituem na base empírica de análise. Essas atividades propostas geraram textos com diferentes questões apresentadas pelos alunos do curso: dúvidas, compreensões, concepções, pontos de vista, formas de aplicar a MM, insegurança superada, dentre outras.

Esses dados empíricos obtidos dessa forma foram organizados num hipertexto, a partir do qual foram construídas as categorias analíticas e, posteriormente, as interpretações. Não é um exagero afirmar que foi possível reunir todos os dados do curso, tendo em vista a possibilidade de resgate das informações contidas na plataforma Moodle.

4.1 Análises dos dados

O tipo de análise e interpretação foi feito de maneira similar ao sugerido por Bogdan e Biklen (1994), ou seja, uma análise indutiva. Essa análise consiste, basicamente, em trabalhar com as particularidades dos dados coletados, sem alterá-los, buscando núcleos de ideias que se constituirão em categorias referentes ao fenômeno ou objeto investigado. Para isso, identificamos os temas que consideramos relevantes e que irão responder à pergunta norteadora da pesquisa e aos objetivos propostos, pois esta análise oportuniza compreensões mais abrangentes e interpretações trianguladas com a experiência do pesquisador e o referencial teórico necessário a elas.

Para Bogdan e Biklen (1994, p. 205) a análise de dados:

é o processo de busca e de organização sistemático de transcrições de entrevistas, de notas de campo e de outros materiais que foram sendo acumulados, com o objetivo de aumentar a sua própria compreensão desses mesmos materiais e de lhe permitir apresentar aos outros aquilo que encontrou.

Os procedimentos de organização dos dados consistiram em agrupar e classificar os dados recolhidos de acordo com as semelhanças e analogias que apresentaram, de modo que o material contido num determinado tópico foi separado de outros dados. Algumas categorias foram surgindo na medida em que os dados foram sendo recolhidos e representam o produto de um esforço de síntese, no qual extraíram de uma mensagem seus aspectos mais importantes.

O estabelecimento das categorias levou em conta os comentários e observações dos professores participantes do curso e que foram pertinentes e úteis ao trabalho. Procurou-se certo equilíbrio para que não fosse necessário recorrer a um número elevado de categorias, sem, no entanto, deixar de considerar temas necessários à análise.

As análises foram realizadas, num primeiro momento, com os dados de uma atividade da primeira fase do curso³⁸, quando os professores-discentes, após leitura e discussão dos textos nos fóruns, tinham que postar na plataforma, no mínimo, 5 (cinco) questões de dúvidas em relação à Modelagem Matemática. Num segundo momento, as análises foram realizadas com os dados extraídos do *chat* realizado entre o professor do curso e os professores-discentes durante o desenvolvimento da segunda e terceira fase do curso. A segunda fase do curso compreendeu uma atividade de MM entre os professores-discentes e a terceira fase do curso uma atividade de MM desenvolvida pelos professores-discentes junto a seus alunos. Os *chats* ocorreram em datas e horários pré determinados, individualmente ou em grupos, mas em vários momentos por necessidade da situação os professores solicitavam chats extras para tirarem dúvidas ou simplesmente trocar idéias com os outros professores sobre o trabalho que estava sendo desenvolvido.

Após leitura e análise das questões foi criado um código que identifica a fase, o professor e a unidade de sentido, por exemplo: F1P2.4 significa Fase 1, Professor 2 e Unidade de Sentido 4.

³⁸

Fase em que foram discutidos os aspectos teóricos da Modelagem Matemática.

CÓDIGO	SÍNTESE	CATEGORIA
F1P1.1, F1P2.1, F1P4.1, F1P5.1, F1P6.2, F1P8.1, F2P3.1, F2P7.1, F3P4.1, F3P6.1 e F3P8.1	Codificações que dizem respeito ao currículo, mais especificamente ao cumprimento do conteúdo, à sequência, à linearidade e à adequação da modelagem ao currículo.	CURRÍCULO
F1P1.2, F1P2.3, F1P2.4, F1P3.3, F1P3.4, F2P8.2, F2P4.2 e F305.2	Codificações que apresentam preocupação com a formação inicial e continuada dos professores para o trabalho com a Modelagem.	FORMAÇÃO DE PROFESSORES
F1P1.3, 1P2.2, F1P4.5, F1P5.3, F1P5.4, F1P6.1, F1P6.3, F1P7.1, F1P7.2, F1P8.4, F1P8.5, F1P8.7, F2.P1.3, F2.P3.3, F3P7.3, F3P2.3 e F3P1.3	Codificações que se referem às dificuldades em desenvolver atividades de Modelagem, como situações pouco comuns, falta de clareza e incompreensão da metodologia, sobre as particularidades, potencialidades, implicações e avaliação.	FAZER MODELAGEM
F1P6.4, F1P7.2, F1P8.4, F1P2.5, F1P2.6, F1P3.1, F1P3.2, F1P4.4, F1P4.6, F1P4.7, F2P5.4, F2P6.4, F3P4.4, F3P7.4 e F3P2.4	Codificações que revelam a falta de conhecimento e compreensão da Modelagem e das tendências tratadas nos textos estudados.	CONHECIMENTO DE MODELAGEM
F1P1.3, F1P4.2, F1P2.6, F1P8.2, F2P8.5, F2P7.5, F3P3.5, F3P5.5 e F3P6.5	Codificações que indicam que a forma como a escola está organizada dificulta a aplicação de atividades de Modelagem.	ORGANIZAÇÃO ESCOLAR
F1P5.2, F1P1.4, F1P4.3, F1P4.5, F2P4.6, F2P8.6, F2P7.6 e F3P5.6.	Codificações que indicam as dificuldades em adotar a metodologia devido à insegurança, à desconfiança em relação às contribuições, resistências e falta de clareza.	ADOÇÃO DA METODOLOGIA
F1P5.6	Codificação que revela a preocupação com a falta de literatura sobre Modelagem (categoria idiossincrática)	LITERATURA SOBRE MODELAGEM
F1P8.6	Codificação que indica uma concepção de aprendizagem (categoria idiossincrática)	CONCEPÇÕES DE APRENDIZAGEM

Quadro 2: Categorização das Fases 1, 2 e 3

Fonte: o autor

4.2 O currículo

Sobre a categoria currículo, os professores demonstraram várias preocupações: a primeira é referente à sequência e à linearidade dos conteúdos, pois a divisão sequencial dos capítulos dos livros didáticos e a lista de conteúdos, entre outros, acabam ajudando a intensificar o conceito de currículo linear, ou seja, de que existe uma sequência bem definida de assuntos que devem ser abordados.

Um exemplo seria uma atividade de modelagem que está sendo desenvolvida em uma turma de 5ª série, e num determinado momento, tentando responder a uma questão levantada, percebe-se que o conteúdo a ser abordado está no programa da 6ª série.

O professor P2 expõe claramente esta preocupação, conforme a unidade de sentido F1P2.1, que revela uma preocupação com o currículo linear. Tal unidade está em referência ao seguinte excerto:

Professor P2: É comum no trabalho com Modelagem Matemática, o surgimento de questões que exigem conhecimento de conteúdos que, no currículo linear, seria visto muito além da série onde está trabalhando? Caso seja comum, qual o procedimento adequado?

Estes questionamentos são comuns entre os professores iniciantes no estudo e prática da Modelagem Matemática, pois muitos acreditam que para um bom aprendizado da Matemática é necessário seguir uma sequência bem definida de conteúdos para que os alunos possam ter uma boa base de estudos para a aprendizagem de conteúdos futuros, já que entendem que o conhecimento é acumulado ao longo do tempo e que sempre depende de outro conhecimento, sendo que um determinado conteúdo não pode ficar de fora, pois caso isso ocorra é impossível continuar a construção de novos conhecimentos. Esses são mitos criados a respeito do conhecimento, ligando-os a ideia de acumulação e linearidade.

Uma segunda questão é o cumprimento do conteúdo, ou seja, ao adotar a Modelagem como metodologia, não haverá tempo de cumprir o conteúdo que consta no currículo da série. Esta preocupação pode ser verificada na questão postada pelo professor P6:

Professor P6: Qual é o tempo ideal para se trabalhar um projeto com Modelagem dentro do currículo escolar previsto no calendário? Pois o trabalho de Modelagem exige tempo, dificultando o cumprimento do programa proposto. (Arquivo digital, atividade 1 do Moodle)

Pela preocupação descrita é possível perceber equívoco nas concepções dos professores em relação à modelagem matemática, quando acreditam que o trabalho com a MM deve ocorrer de forma paralela, não atrapalhando e nem atrasando o desenvolvimento dos conteúdos previstos para uma determinada série.

A MM trabalha os conteúdos no contexto do tema definido e a partir das questões levantadas na pesquisa exploratória e, pode ser, que naquele momento, determinados conteúdos previstos na sequência linear não serão trabalhados e isso incomoda o professor, que acredita que todos os conteúdos devam ser trabalhados, pois o importante é cumprir o programa.

O professor precisa refletir que em nome do “vencer o programa”, acaba comprometendo o trabalho de ensino e aprendizagem, pois quase sempre as ideias matemáticas são trabalhadas de forma superficial, pois existe uma preocupação excessiva com o treino de habilidades, com a mecanização de

algoritmos e memorização de regras, priorizando alguns temas em detrimento de outros, por exemplo, os temas algébricos em prejuízo ou eliminação de temas envolvendo geometria.

E mais, essa forma de abordar os conteúdos já ultrapassados, porém muito utilizada, de iniciar as aulas com definições, seguidos por exemplos resolvidos pelo professor e lista de exercícios de fixação, não garante que o programa será cumprido e nem que os objetivos propostos serão atingidos.

E, por fim, destacamos que uma preocupação comum é sobre a adequação da Modelagem ao currículo, tendo em vista que ao iniciar um determinado conteúdo o professor procura um tema que contemple este conteúdo, ou seja, esquece que em Modelagem Matemática, na concepção assumida, são os problemas que determinam os conteúdos a serem estudados e não os conteúdos que irão determinar os problemas. O professor P1 resume esta preocupação em um *chat* durante o desenvolvimento da fase 2:

Professor P1: Mas pessoal, uma dificuldade que tenho é encontrar boas aplicações para o conteúdo “determinante” dado no segundo ano, se fosse possível gostaria que o tema escolhido abordasse este assunto.

Essas preocupações com o currículo podem se constituir em obstáculos à adoção da MM por parte dos professores. Além disso, ancoram-se numa perspectiva que é oposta àquela defendida por autores de MM, como Burak (1992) e Caldeira (2004) e outros, que, em certo sentido, buscam a superação da visão linear de currículo. Ressaltamos, ainda, que essa questão do currículo já foi discutida a partir da leitura dos textos da primeira fase. No entanto, mesmo ao término da terceira fase, ainda essa preocupação se faz presente. Sem dúvida, essa preocupação pode fazer algum sentido, pois no âmbito escolar, de modo geral, a preocupação com o cumprimento do currículo é muito forte e reforçada pelas contínuas cobranças do corpo pedagógico da escola. Muitas vezes, dá-se a impressão de que o cumprimento do currículo parece ser mais importante do que a própria aprendizagem.

Para Machado (1995), o maior problema com relação às disciplinas escolares não é a construção do conhecimento, mas sim a linearidade acerca da apresentação dos conteúdos, que fica impregnada no currículo como um dogma e dificulta em grande parte o desenvolvimento dos conceitos, solicitando uma ordem,

um encadeamento lógico, que obrigatoriamente necessita de pré-requisitos e, cognitivamente, desconsidera o tempo de aprendizagem dos estudantes. Assim, este autor afirma que é necessário romper com esse tipo de concepção de currículo.

Nessa perspectiva, a Modelagem Matemática, mais particularmente a perspectiva apontada por Burak (1992, p. 62), coloca dois princípios para a sua adoção: partir do interesse do grupo e que a coleta de dados se dê no local de acordo com o tema de interesse do grupo, como, por exemplo, uma indústria cerâmica, se este for o tema escolhido, ou uma construção, uma plantação de maçã, se este for o tema de interesse. Outro aspecto a ser contemplado nessa visão é a adoção de um novo paradigma que se faz sentir importante para a educação: o paradigma do pensamento complexo que, segundo Morin (2006), é concebido para promover o conhecimento capaz de apreender problemas globais e fundamentais para neles inserir os conhecimentos parciais e locais, é a superação dos fragmentos proporcionados pelas disciplinas, reforçadas pela visão linear, que impede de operar o elo entre as partes e o todo. A educação atual clama por um ensino em que se torna imperativo ensinar os princípios de estratégias que permitam ao estudante atual e cidadão enfrentar os imprevistos, o inesperado e a incerteza, e com possibilidade efetiva de modificar seu desenvolvimento, em virtude de informações adquiridas, da vivência de situações que favoreçam processos de reflexão e consequentes ações diferenciadas.

Para Morin (2006, p.16), “É necessário que todos os que se ocupam da educação constituam a vanguarda ante a incerteza de nossos tempos”. Essa afirmação coloca-nos diante do desafio de superar, entre as muitas, essa visão de currículo, ante as mudanças em todas as áreas de conhecimento neste século XXI. Para o autor, o conhecimento do mundo como mundo é necessidade, ao mesmo tempo intelectual e vital, e constitui-se, para Morin (2006, p.35):

no problema universal de todo o cidadão do novo milênio: como ter acesso às informações sobre o mundo e como ter possibilidade de articulá-las e organizá-las? Como perceber e conceber o contexto, o Global e (a relação todo/partes), o Multidimensional e o Complexo?

Com a análise dos dados evidenciou-se nos professores a concepção de currículo que Machado afirma que precisa ser rompida, isto é, a visão linear que impõe a necessidade de pré-requisitos que vai de encontro às propostas da adoção de metodologias mais abertas, como a modelagem, que considera

possível e necessária essa ruptura. Em relação à modelagem, essa concepção de currículo pode se constituir em um obstáculo, ao menos temporário, para a adoção da MM como metodologia de ensino da matemática e, conseqüentemente, para a sua aplicação em sala de aula.

4.3 A formação de professores

A formação de professores também mereceu ser categorizada, pois em diversos momentos os professores participantes do curso demonstraram preocupação com a falta de preparo para trabalhar com a MM em sala de aula e apontaram como causa a deficiência na formação inicial dos futuros professores de matemática e na formação continuada para os que já estão atuando em sala de aula. Um desses momentos é a opinião do professor P7:

Professor P7: [...] mas quero dizer que o problema que encontro, e que muitas vezes impede esse trabalho são a falta de tempo para o preparo das aulas e também a insegurança que muitas vezes sentimos ao propor alguma atividade desse tipo devido à falta de formação que tivemos na universidade.

Esta preocupação encontra justificativa, pois a última década tem sido marcada por numerosas discussões sobre a necessidade de mudança na formação inicial do professor para a Educação Básica, principalmente na formação inicial dos professores de matemática. A resolução do CNE/CP de nº 01 de 18/02/2002, instituiu Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores da Educação Básica em nível superior nos Cursos de Licenciatura. Em seus diversos artigos preveem um conjunto de princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização institucional e também curricular de cada instituição, em todas as etapas e modalidades da educação básica. A organização curricular visa, sobretudo, o preparo do profissional para o ensino com a perspectiva de aprendizagem do aluno, bem como o acolhimento e trato à diversidade, o enriquecimento cultural, o aprimoramento em práticas investigativas e de elaboração e a execução de projetos de desenvolvimento de conteúdos curriculares. A utilização das tecnologias da informação e da comunicação e de metodologias, estratégias e materiais de apoio inovadores e o desenvolvimento do hábito de colaboração e trabalho em equipe. Essas novas diretrizes enfatizam os princípios norteadores do preparo profissional que considera a competência, tendo por suporte o conteúdo,

como concepção nuclear na orientação do curso, bem como a coerência entre a formação oferecida e a prática esperada do futuro profissional com base na simetria invertida e a aprendizagem como processo de construção de conhecimento, habilidades e valores em interação com a realidade e demais indivíduos.

Dentre outros pontos destaca-se a pesquisa com foco no processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que ensinar requer tanto dispor do conhecimento e mobilizá-lo para a ação como compreender o processo de construção do conhecimento. Ainda as diretrizes mencionam que a organização da matriz curricular dos projetos políticos pedagógicos dos cursos se expressa em eixos nos quais emergem e se articulam as dimensões conforme a resolução p. 4

- I - eixo articulador dos diferentes âmbitos de conhecimento profissional;
- II - eixo articulador da interação e da comunicação, bem como do desenvolvimento da autonomia intelectual e profissional;
- III - eixo articulador entre disciplinaridade e interdisciplinaridade;
- IV - eixo articulador da formação comum com a formação específica;
- V - eixo articulador dos conhecimentos a serem ensinados e dos conhecimentos filosóficos, educacionais e pedagógicos que fundamentam a ação educativa;
- VI - eixo articulador das dimensões teóricas e práticas.

Uma década está transcorrida e, ainda nas ocasiões de discussões pedagógicas constata-se pouco entendimento sobre os eixos e as articulações. Essa falta de entendimento tem contribuído para a formação de um profissional que não consegue dar conta de uma perspectiva que não se apoia apenas na dimensão dos conteúdos específicos, mas em outras dimensões tão importantes como estas.

A preocupação conforme manifestada pelos professores mostra que a formação inicial dos professores precisa ser revista, precisa ser compreendida, precisa ser reavaliada. Não com alterações de disciplinas A ou B de um ano para outro, mas a postura, atitude e compromisso profissional dos envolvidos.

Em seu artigo sobre o papel da universidade e o comprometimento profissional na formação de professores para a educação básica, Burak (2003, p. 13) destaca a responsabilidade social das instituições que avocam para si o papel de formadora, em três níveis: 1) No âmbito Institucional, 2) no âmbito Curricular e, 3) No âmbito Profissional.

No âmbito institucional colocar o assunto para discussão envolvendo a unidade da Diretoria de Ensino, Departamento de Matemática, Setor de conhecimento e o Conselhos de Ensino e Pesquisa com o objetivo de fomentar e

fortalecer processos de mudança no interior das instituições formadoras, bem como fortalecer e aprimorar a qualidade acadêmica e profissional dos docentes formadores, melhorar a oferta de laboratórios e recursos bibliográficos e tecnológicos, promover a necessária articulação do corpo docente que atua na licenciatura em Matemática com órgãos da secretarias municipais e estaduais, reconhecer e dar identidade própria aos cursos de formação inicial de professores e discutir, aperfeiçoar e atualizar os currículos frente às novas exigências

No âmbito Curricular as discussões devem apresentar uma mudança no enfoque até então apresentado. A proposta para uma nova licenciatura apresenta o foco nas competências a serem construídas durante a formação do futuro professor para a educação Básica. A instituição do paradigma curricular proposto nas Diretrizes (Brasil, 2000, p. 38) no qual os conteúdos não têm sustentação por si mesmos, mas constituem meios para que os alunos da Educação Básica possam desenvolver capacidades e constituir competências. Ao tratar das licenciaturas Pires (2002, p.45) diz:

a formulação de um curso de formação de professores não pode ter como ponto de partida um conjunto de disciplinas definido a priori, como em geral fazemos até aqui, mas sim a definição de quais as competências profissionais – gerais e específicas que se pretende que o professor em formação construa ao longo de sua trajetória de formação”

Segundo as Diretrizes Curriculares, Brasil (2000, p.65) as competências tratam sempre de alguma forma de atuação, só existem ‘em situação’ e, portanto, não podem ser aprendidas apenas pela comunicação de ideias. É então, necessário ter clareza que para construí-las as ações mentais não são suficientes, embora sejam essenciais. Não basta a um profissional ter conhecimento sobre seu trabalho, é fundamental que saiba fazê-lo. É também importante que os conteúdos curriculares compreendam atividades científicas e culturais em sala de aula, mas essas atividades e ainda a prática de ensino e o estágio supervisionado, por si só, não garantem a formação de um profissional que a atualidade exige, entretanto são definidoras de uma concepção de Licenciatura que busca superar no aspecto curricular a dimensão de um currículo linear.

Dessa forma, como afirma Burak (2003) as Diretrizes Curriculares, como norteadoras de uma política educacional propiciam as revisões curriculares. No âmbito das instituições formadoras as mudanças propostas nos cursos de

Licenciatura têm constituído um movimento de mudança sem mudar nada, pois se trata de apenas revisões de ementas, supressão e incorporação de disciplinas, mudanças de semestre, sem, no entanto atentar para o fundamental: a mudança de concepção da licenciatura. É também um momento especial para discutir e superar a visão atual que se pauta no pré-requisito, que fica sujeito a uma estrutura pré-determinada fundada na divisão de normas, sequências e disciplinas.

No âmbito profissional, é necessário compreender que o mundo atual passou e está passando por diversas transformações em praticamente todas as áreas. O desenvolvimento de novas tecnologias de informática tem possibilitado enorme progresso em outras áreas do conhecimento humano como as ciências biológicas, a economia, com crescimento dos mercados, geração de empregos e consequentemente aumento na qualidade de vida da população. Na educação temos um acréscimo considerável no número de matrículas do ensino fundamental à universidade, com abertura de novas oportunidades educacionais: Educação a Distância, educação de jovens e adultos, a política de inclusão e outras de dimensões sociais e políticas que tentam promover e fortalecer estas conquistas e construir condições para outras conquistas.

E segundo Burak (2003, p.16) este quadro promove implicações na postura e na atuação docente dos professores dos cursos de licenciatura, mas especificamente da Licenciatura em Matemática. Não importando qual disciplina o professor é responsável e sim de que está formando professores e, segundo Pires (2002, p.48), “estão fornecendo modelos do que é ser professor”.

As Diretrizes ao tratar da concepção de aprendizagem colocam como uma responsabilidade docente o sucesso da aprendizagem dos seus alunos, tendo em vista os seguintes aspectos: elaboração do planejamento; do material sobre o assunto; o encaminhamento metodológico; estruturação do material de apoio; definição dos objetivos, quais conteúdos serão ou não trabalhados e como será a avaliação.

Assim o professor interfere na vida escolar do seu educando, determinando o que trabalhar e como trabalhar. Então está no âmbito da competência profissional responsabilizar-se pela aprendizagem dos seus alunos e assumir e saber lidar com a diversidade existente entre os educandos. Reconhecer a individualidade de cada um, forma diferente de pensar, respeitar a diferença de ritmo de cada indivíduo, da concepção de mundo, de valores é também parte desse

comprometimento profissional e isso parece refletir a sua formação inicial, a preocupação dos seus professores formadores, compreendendo e reconhecendo essas diferenças e aprendendo a lidar com elas. Pois as competências profissionais devem ser compromisso de cada um e de todos enquanto profissionais que atuam na Licenciatura.

Por mais que conheçamos todas as dimensões importantes: competência técnica, competência administrativa e organizacional, temos que saber o que é ou não importante na formação do professor, tenhamos clareza das mudanças ocorridas e sintamos que precisamos fazer mudanças, se não acrescentarmos algo mais a tudo isso será muito difícil alcançarmos a licenciatura ideal ou aquela que melhor reflita as necessidades atuais. Esse algo mais é comprometimento profissional (BURAK, 2003).

Em outro momento o professor P3 faz um questionamento sobre a formação continuada dos professores:

Professor P3: A falta de cursos, oficinas e palestras sobre modelagem matemática deixa os profissionais em dúvida como trabalhar a modelagem, porque as universidades não oferecem cursos nesta área.

A preocupação dos professores com esta questão também se justifica, pois sem uma formação sólida na graduação e depois na formação continuada fica mais difícil qualquer tentativa de mudança no ensino e aprendizagem da matemática, visto que o professor preparado é peça fundamental nesse processo. É comum no Brasil a implantação de métodos e diretrizes sem o devido preparo daquele que realmente operacionaliza as ideias e as teorias, o professor.

Assim, a formação continuada vem se destacando devido à formação inicial dos professores que apresenta muitas deficiências, conforme afirmam diversos autores, como Perrenoud, 2000; Nóvoa, 1992a; entre outros. Para a formação continuada, dentre as diferentes tendências que se apresentam (SILVA e ARAÚJO, 2004), destaca-se a prática reflexiva como a mais adequada, que para Schön (2000) pode ser sistematizada a partir de quatro conceitos: o conhecimento na ação, a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão para a ação; entendendo a ação como toda a atividade profissional do professor. Superar as deficiências da formação inicial é o grande desafio imposto aos professores e aos

órgãos responsáveis pela educação, para a adoção de metodologias mais abertas, entre elas a modelagem.

4.4 O fazer modelagem

Esta categoria proporcionou, por parte dos professores, a maior quantidade de comentários e principalmente dúvidas. Isso evidencia que há dificuldade de o professor em desenvolver atividades de Modelagem, pois as situações que se fazem presentes no trabalho com a Modelagem na sala de aula não são as habituais, como, por exemplo, quando se cumpre programa, segue-se um livro texto. A adoção da modelagem matemática em sala de aula proporciona situações novas e diferenciadas, uma vez que há uma participação mais intensa e efetiva dos alunos, implicações do interesse pelo tema e pela forma de trabalho em grupo. Outro aspecto a ser considerado é a mudança do papel do professor, que passa a ser mediador, promovendo discussões, levantando hipóteses, orientando na busca de elementos para a pesquisa, favorecendo a socialização das ideias intra e inter grupos.

Para alguns professores que percebem sem dúvida, a necessidade da ruptura com o currículo linear faz com que se deparem com situações que exigem uma forma de organização escolar diferente daquela vigente na maioria das escolas e, ainda, quando essas situações de organizações são favorecidas há uma dificuldade própria de o professor realizar essa ruptura. Essa ruptura que se faz necessária em abordagens que, por um lado tratam de metodologia mais abertas, como no caso específico da Modelagem, que de forma natural se coloca no âmbito de um movimento de mudança paradigmática como proposto por Santos (2006), por outro lado gera no professor insegurança diante do novo, uma vez que a prática anterior introjetada ao longo dos anos determina alguma forma de fragilidade.

Esse novo fazer com a Modelagem esclarece e pontifica aspectos ainda não detectados pela escola em relação à aprendizagem. O tempo da escola não é o tempo do aluno quando se trata da aprendizagem. Dessa forma para muitos professores a preocupação é mais com o tempo necessário ao desenvolvimento de uma atividade de Modelagem em função do cumprimento de um programa do que com a necessidade de o aluno assimilar de forma compreensiva os conteúdos dando significado ao que aprende. Essa preocupação pode ser fruto de uma

formação inicial que não levou em consideração, aspectos importantes do desenvolvimento do estudante, bem como deixou de contemplar aspectos qualitativos do ensino, das ações ou das discussões com o sujeito que aprende, para dar ênfase à quantidade do conteúdo a ser trabalhado e a preocupação com o cumprimento curricular proposto para o bimestre.

A preocupação do professor P4 a seguir com o tempo ideal para uma atividade de modelagem e, ainda, a dúvida sobre a quantidade de exercícios que devem ser realizados, como forma de realizar a compreensão, evidencia o modelo de ensino mencionado.

Professor P4: No texto construções de modelagem matemática se a situação exige um determinado conteúdo, o professor ensina um único exemplo. Este tipo de situação realmente dá resultado no aprendizado do aluno? A mesma pode tornar superficial o conteúdo?

Esta é uma questão enraizada na prática docente do professor de matemática, dos autores dos livros didáticos e nos próprios alunos dos ciclos finais da educação básica, a crença de que para aprender matemática o aluno precisa resolver uma infindável lista de exercícios para efetivar a aprendizagem - denominada de fixação. Apesar de essa crença ser considerada ultrapassada, e não se coadunar com as novas e atuais Tendências Metodológicas para o ensino de Matemática, ainda é muito utilizada pelos professores a metodologia de iniciar as aulas com alguns conceitos e definições e, logo em seguida trabalhar alguns exemplos simples, que sempre são resolvidos pelo professor e para fechar a aula, uma “generosa” lista de exercícios de fixação.

No trabalho com a Modelagem, na forma concebida parte do pressuposto de que é preferível algumas poucas situações ricamente contextualizadas e significativas para o estudante a uma lista, muitas vezes, que trata os problemas de forma mecânica, embora organizados em níveis crescentes de dificuldades.

Outro ponto que merece consideração nessa categoria sobre o fazer Modelagem está contemplado na manifestação do professor P5 que apresenta dúvida sobre se devemos ter uma pergunta central para responder em relação ao tema escolhido:

Professor P5: As atividades de Modelagem Matemática devem ser sempre guiadas por uma pergunta a ser respondida sobre o tema escolhido ou se deve apenas ter em mente o tema, sem a preocupação de responder uma pergunta específica?

As atividades de Modelagem como proposta nesse trabalho parte sempre do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes. Assim, tudo inicia geralmente com a escolha de um tema, no entanto em algumas situações podem ser a partir de uma situação-problema. Essa forma fica mais restrita aos ciclos finais da Educação Básica. Outro aspecto a mencionar que as atividades de Modelagem seguem conforme a proposta de Burak (2004) cinco etapas: 1) Escolha de um tema, 2) Pesquisa exploratória, 3) Levantamento da(s) questão (ões), 4) Solução dos problemas e o trabalho com o conteúdo matemático no contexto do tema e, 5) análise crítica da(s) solução (ões). Essas etapas acontecem de forma natural e as questões a serem respondidas ou problemas levantados são decorrentes da etapa denominada pesquisa exploratória. Quando a atividade de Modelagem parte de um tema, muitas vezes, se tem pouca informação sobre o assunto conforme Burak (2010), assim a pesquisa exploratória proporciona a coleta de dados de natureza qualitativa e quantitativa que envolve vários aspectos dentre eles econômicos, técnicos ou curiosos.

Dessa forma, as questões que são levantadas dizem respeito aos dados coletados e são fruto das discussões realizadas, com o grupo ou os grupos. Um tema pode proporcionar muitas situações, no entanto permanecem no contexto do tema.

O professor P7 nos trás uma questão importante sobre “o fazer modelagem”, a questão da superficialização dos conteúdos:

Professor P7: Sendo a Modelagem Matemática uma concepção de ensino, onde a realidade presente no cotidiano do aluno é o principal material de trabalho do professor, não se corre o risco de “superficializar” os conteúdos matemáticos, ficando no senso comum de sua utilização?

A questão manifestada pelo professor P7 enquadra-se na categoria em análise e compreende o fazer Modelagem. Os princípios que regem o fazer Modelagem compreendem o interesse do grupo ou dos grupos de estudantes e os dados são coletados onde se dá o interesse dos envolvidos. Assim parece que a superficialidade pode ou não se fazer presente seja, na Modelagem ou em qualquer outra metodologia. A natureza dos dados coletados, as discussões com a mediação

do professor para a proposição dos problemas podem determinar ou não essa superficialidade. Daí a mediação do professor se faz importante, bem como outras ações que visem problematizar, dialogar com os dados e situações a serem construídas e o fato de partir, inicialmente das situações do cotidiano, não recomenda a permanência das situações nesse cotidiano. As situações iniciais tendem a partir de situações próximas à vivência dos estudantes, no entanto se busca superar essa visão inicial para outras visões mais gerais, mantendo o contexto. Nessa etapa a presença do professor para desenvolver ações de mediação, de incentivação, problematização e, avaliação entre outras é de fundamental importância. Outro aspecto do fazer Modelagem é que o empírico e o formal se fazem num continuum, isto é parte-se do empírico para o formal.

Este problema ficou claro nas fases 2 e 3 do curso, na atividade de MM entre os professores-discentes e depois no desenvolvimento das atividades com seus alunos em sala de aula. Ficou evidente a dificuldade em elaborar os problemas e fazer as pesquisas dentro do tema. Apesar dos bons temas escolhidos possibilitarem a exploração de diversos conteúdos matemáticos, os professores acabaram descartando determinados problemas, não obstante o trabalho estar sendo realizado em uma turma do ensino médio, os conteúdos se reduziram as 4 operações, unidades de medidas, números decimais, equações do 1º grau, áreas de figuras planas e alguma coisa sobre funções.

O que se observou foi que a dificuldade refletiu a falta de experiência dos alunos e principalmente dos professores em lidar com situações não usuais do livro texto. Eles não percebem os conteúdos que poderiam ser utilizados para resolver determinado problema. O professor P3 deixa isso claro durante atendimento para tirar dúvidas sobre o trabalho desenvolvido com seus alunos (fase 3):

Professor P3: [...] preciso de ajuda, estou pensando em descartar as questões 4 e 5 que os alunos levantaram, já pesquisei em tudo quanto é lugar e não vejo por onde resolver, que conteúdo utilizar.

O fazer modelagem expõe a concepção arraigada de um ensino que se pautou no paradigma em que o conhecimento é feito por mera transmissão que mostra a dificuldade do professor superar teorias e concepções que não mais se coadunam com as necessidades dos nossos tempos. A supremacia do conhecimento fragmentado de acordo com as disciplinas impede frequentemente a

operação do elo entre as partes e o todo (MORIN, 2006). As ciências permitiram aquisição de certezas, mas também mostram, ao longo do século XXI, inúmeras incertezas. O ensino atual ainda deve contemplar o ensino de princípios de estratégias que permitam ao estudante e cidadão enfrentar os imprevistos, o inesperado e a incerteza, e valer-se das informações e situações vividas na construção e transformação do seu próprio conhecimento.

Desse modo, segundo Morin (2006, pg.17), “todo desenvolvimento humano deve compreender o desenvolvimento das autonomias individuais das participações comunitárias e da consciência de pertencer à espécie humana”.

Na educação o ensino da matemática é o que mais evidencia as características da formação do professor, que mostra um saber fragmentado, descontextualizado, que contribui com a dificuldade de fazer modelagem, na perspectiva assumida.

Professor P2: [...] percebi que muitos alunos demonstraram resistência para o trabalho com a MM, pois não estão acostumados com outra forma que não a tradicional de aprender matemática.

O fazer modelagem realmente expõe aspectos muito interessantes por um lado e, preocupantes de outro. Por um lado expõe um paradoxo sobre o porquê os estudantes considerados os melhores na perspectiva usual de ensino, mostrarem-se resistentes para essa nova forma de trabalho. Sem dúvida, que essa manifestação de resistência reafirma o papel formador e limitador de se abordar, atualmente a matemática na maioria das salas de aula. A mera aplicação de regras, de algoritmos, de fórmulas prontas, isto é, uma visão mais tecnicista em que se privilegia o “como fazer”, não o “porquê fazer”.

A Modelagem Matemática na maneira concebida confere maior importância ao processo, não apenas ao resultado. Esses estudantes considerados destaques na forma usual podem sentir dificuldades quando solicitados a pensar, a fazer uso da autonomia, a utilizar estratégias de pensamentos distintas para uma mesma situação. Essa reação é compreensível, mas preocupante, pois podemos nos perguntar que concepção de homem a escola pretende formar? Um seguidor, que apenas repete, vê, ouve e reproduz? Ou um indivíduo que pensa que é capaz de argumentar, pensar por si próprio, fazer conjecturas, propor situações novas e transformar o meio onde desenvolve suas atividades?

Nós, professores, podemos decidir que tipo de homem que desejamos formar, mas temos de assumir a responsabilidade pelas implicações que essas formas de ensino proporcionam.

4.5 Conhecimentos de Modelagem Matemática

Logo após as leituras e discussões dos textos nos fóruns sobre os conceitos e concepções de Modelagem Matemática, os professores postaram questões de dúvida onde foi possível perceber que muitos ainda apresentavam falta de clareza sobre a metodologia, como pode ser verificado nas questões postadas a seguir:

Professor P3: É viável trabalhar modelagem matemática com alunos de 5ª série? Existe um tempo ideal uma série específica para este trabalho?

Professor P4: (a) Os alunos não terão que ter um mínimo de conhecimento para resolver os problemas e sistematizá-los? (b) Existe algum trabalho de modelagem desenvolvido exclusivamente no ensino fundamental? (c) Qual é a melhor forma de se desenvolver um trabalho de modelagem, no horário normal de aula com todos os alunos ou em contra turno com pequenos grupos?

Professor P7: Os conteúdos matemáticos, cuja sua contextualização ou sua aplicabilidade prática não sejam possíveis associar a situações reais, (por exemplo, números complexos) como devem ser abordados? De maneira tradicional?

As questões apresentadas ainda evidenciam dúvidas, preocupações, insegurança, mesmo depois das discussões nos chats, nas leituras dos textos e nos fóruns. Durante a etapa prática (fase 2 e 3) foi possível perceber nos *chats* com os professores que muitas dúvidas ainda persistiam sobre os conceitos e concepções de MM, como se verifica no comentário feito pelo professor P7:

Professor P7: Estou iniciando a aplicação, mas meu temor é que trabalhando dessa forma vamos deixar de lado conteúdos primordiais para o ensino, haja vista que trabalharíamos com os interesses dos alunos, ou seja, eles que escolhem o que aprender.

A adoção de uma prática requer alguns pressupostos, como clareza das concepções teóricas, ações coerentes com a perspectiva assumida e, sem dúvida, a ruptura com as concepções introjetadas, que, por mais dolorosas que possam ser, devem acontecer sob pena de não se atingir o objetivo proposto. A modelagem possibilita várias formas de superação em relação às dúvidas, no

entanto, é da intencionalidade da modelagem a ruptura com o paradigma que conforma as situações explicitadas pelos professores.

4.6 Organização escolar

Esta categoria indica que para os professores a forma como a escola está organizada dificulta o desenvolvimento de atividades de MM em sala de aula. Para os professores temos turmas com números excessivos de alunos, número reduzido de aulas de matemática e, apesar do contido nas Diretrizes Curriculares, muitos diretores e coordenadores engessam o currículo, exigindo seu cumprimento de forma linear.

É possível perceber esta realidade nas palavras dos professores P4 e P8:

Professor P4: Levando em consideração o grande número de alunos que temos em sala e a redução da carga horária de matemática nas escolas estaduais é viável desenvolver um trabalho com modelagem na escola?

Professor P8: Como seria organizado o plano de trabalho docente (planejamento), onde o professor deve citar os conteúdos a serem trabalhados, objetivos, metodologias formas de avaliação, uma vez que dentro da modelagem matemática essas questões vão se delineando no decorrer do trabalho?

O professor P1, no início da aplicação da atividade de MM (fase 3) em sala de aula, também registra sua preocupação com a organização escolar:

Professor P1: Professor, terei que aplicar a atividade no contra turno com apenas um grupo de alunos, pois não me autorizaram a aplicar na turma normal. Argumentaram que vai atrasar o conteúdo, visto que este trabalho não consta do planejamento anual.

Mas também já é possível verificar que muitos professores começam a perceber que algumas mudanças estão acontecendo e dando mais liberdade ao trabalho em sala de aula, principalmente com as orientações contidas nas DCEs do Estado do Paraná, onde consta que “Os conteúdos propostos devem ser abordados por meio de tendências metodológicas da Educação Matemática que fundamentam a prática docente” (p.63). Ou seja, basta que o professor contemple as atividades em seu planejamento.

4.7 Adoção da metodologia

São vários os motivos para que a MM ainda encontre dificuldade em fazer parte da prática do professor: a desconfiança em relação às contribuições, a questão do currículo, a falta de clareza sobre a metodologia, a organização da escola, entre outras. Mas, sem dúvida, a insegurança pela falta de conhecimento e a experiência ainda são o maior obstáculo para o professor.

O professor P5 deixa isso claro quando questiona:

Professor P5: Na prática, devemos deixar que os alunos fiquem livres para escolher o tema da atividade de Modelagem Matemática ou devemos fornecer uma lista com possíveis temas, para evitar a escolha de algum tema com o qual não tenhamos qualquer afinidade?

E num diálogo entre o professor P3 e P4 num *chat* da fase 2 encontramos algo revelador: o medo de errar.

Professor P4: Concordo contigo quando fala da insegurança, também me sinto assim. É muito mais fácil continuar naquele método já conhecido, mesmo não muito eficaz, do que tentar o novo, na realidade a insegurança não é tanto sobre o novo, mas é o medo de errar que nos faz permanecer onde estamos e não buscar novos caminhos.

É fácil perceber que o professor encontra-se em uma “zona de conforto”, trabalhando de forma tradicional, tendo como suporte o livro didático, que além de apresentar os exercícios resolvidos, dispõe um esquema para encaminhamento das aulas. Tudo estaria perfeito, a não ser pela parte “mesmo não muito eficaz”, ou seja, a forma como está desenvolvendo seu trabalho não traz resultados e sente que sua prática precisa mudar e que, para isso, precisa sair da “zona de conforto” em que se encontra.

4.8 Considerações finais

A Modelagem Matemática faz parte das discussões teóricas e práticas no Ensino de Matemática há cerca de 30 anos. Neste tempo, muito já se escreveu e se debateu em vários encontros de MM. Porém, o que se observa é que esses avanços na metodologia chegam timidamente às salas de aula e de forma pontual em algumas iniciativas.

Esta questão sempre esteve presente em nossas preocupações desde a primeira versão do projeto desta investigação. Como já listado, são vários

os problemas que dificultam a adoção da Modelagem por parte da maioria dos professores de matemática, entre eles o que mais se destacou foi a insegurança do professor, pois além da dificuldade na percepção do conteúdo matemático presente na situação estudada, ainda existe a dificuldade em aplicar as etapas da MM.

Acreditando que esta dificuldade só poderá ser amenizada com uma formação continuada e consistente, na qual o professor possa ter clareza dos conceitos e concepções da MM, e vivenciar todas as etapas de sua aplicação, optamos por oferecer um curso de MM utilizando os recursos da Educação a Distância mediados pela tecnologia, mais especificamente a internet. Neste curso os professores puderam discutir os aspectos teóricos e práticos da metodologia, desenvolvendo uma atividade de MM entre eles e depois com seus alunos em sala de aula.

Com base na questão que buscamos responder: *O que se evidencia num curso de Modelagem Matemática, oferecido na modalidade de Educação a Distância online, para a formação continuada do professor de matemática?*, optamos pela utilização do ambiente Moodle, plataforma que possibilita maior interação e diálogo entre os participantes do curso. Trocar ideias, compartilhar as soluções encontradas e expor o raciocínio são ações que constituem o “pensar” e o “fazer” Matemática. Neste sentido, o diálogo não se constitui apenas como mero ato das pessoas se comunicarem e vai além de uma simples conversa (SKOVSMOSE, 2006).

Para a produção de conhecimento é preciso perceber a importância das pessoas expressarem suas opiniões, compartilharem experiências e sentimentos, como insegurança, medo, dúvida e limitações, que também se apresentam no processo de aprendizagem. Da mesma forma, é preciso saber valorizar a participação do outro, ouvindo com respeito o que é socializado.

Pela grande quantidade de dados registrados na plataforma Moodle, e depois analisados, muitos itens importantes foram evidenciados no desenvolvimento do curso, mas, infelizmente, neste momento, só iremos tratar das evidências necessárias para a questão que queremos responder e, também, para verificar se os objetivos propostos foram alcançados.

Quanto à questão principal, foi possível identificar diversas evidências que mostram que as ferramentas do ambiente Moodle possibilitam a interação e o diálogo entre os participantes, clareando a concepção de MM e

diminuindo a insegurança por parte dos professores-discentes no desenvolvimento das etapas de uma atividade de MM. Os dados registrados através das ferramentas, como *chats*, fóruns, diário e *wiki*, indicam claramente que é possível superar as dificuldades do professor no entendimento da metodologia e na sua utilização em sala de aula.

Da interpretação das categorias extraídas dos dados constatou-se, por meio das manifestações, que a modalidade EaD *online* pode contribuir efetivamente no auxílio da superação das dificuldades de adoção da Modelagem Matemática e que as ferramentas da plataforma Moodle contribuíram, e muito, para o desenvolvimento do curso, devido à interface simples e funcional. Através dos *chats*, fóruns e o diário, pode-se analisar as concepções dos professores sobre a MM e verificar se as interações possibilitadas pelas ferramentas da plataforma Moodle contribuíram para o desenvolvimento de atividades de MM em sala de aula.

Contudo, os dados também indicam que apenas um curso ou uma atividade desenvolvida não é suficiente para a compreensão da metodologia e eliminação completa da sua insegurança. Os professores compreenderam que trabalhar com as novas tendências exige tempo e estudo e que só se aprende modelagem fazendo modelagem. Muitos apresentam dificuldades em romper com suas concepções já arraigadas por anos de prática, como é o caso do currículo linear. Outros, mesmo após as leituras e participação nas discussões dos fóruns, demonstraram, durante a fase prática (fase 2 e 3), dificuldade no fazer modelagem, no conhecimento de modelagem e na adoção da metodologia.

Comentários como: *“devemos ter uma pergunta central para ser respondida?”*, ou ainda, *“estou inseguro, pois temos que trabalhar com os interesses dos alunos e eles que escolhem o que aprender”*, demonstram a falta de clareza em relação ao trabalho com a MM. Também na categoria “organização escolar” foi possível perceber nos comentários registrados que o que mais atrapalha a adoção da modelagem é a resistência do professor em mudar de concepção do que, especificamente, a organização escolar, que vem possibilitando, mesmo que de forma acanhada, abertura aos professores para trabalharem com as novas tendências.

O curso também necessita de alguns ajustes para melhor atingir os objetivos propostos, como fixar prazos para o cumprimento das atividades, já que os professores ficaram um pouco mais livres nesta primeira experiência. Também é

preciso aprofundar um pouco mais algumas etapas da atividade de modelagem, como a pesquisa de dados e a elaboração de problemas dentro do contexto do tema, visto que os professores não possuem prática nestas atividades, pois os livros textos e apostilas utilizadas atualmente trazem um resumo da teoria, alguns exercícios resolvidos como modelo e uma lista para que os alunos pratiquem a resolução de um algoritmo qualquer, muitas vezes de forma mecânica, com resultados sem sentido e fora de contextos.

Por fim, é necessário frisar mais uma vez que a plataforma Moodle possibilitou registrar uma enorme quantidade de dados e as categorias que não contemplaram os objetivos desta investigação serão tratadas em futuros artigos. Verificou-se, também, durante o desenvolvimento deste trabalho, a clara necessidade de oferecer novos cursos com objetivo de aprimorar o uso das ferramentas da EaD *online*, mas especificamente as da plataforma Moodle. Com a finalização dos novos cursos será possível iniciar novas investigações que contemplem as seguintes questões: Após os cursos, os professores assumiram a Modelagem Matemática em sua prática? Quem não assumiu, porque não assumiu? O que fazer para que assumam? Ou seja, um estudo sobre mudanças de comportamento do professor será necessário para responder as questões acima.

Todo ponto de chegada constitui-se, também, em um ponto de partida. Neste momento, chegamos aqui e o que obtivemos com a experiência vivida serve-nos de base para novos avanços, novos estudos, reorientações que se revelam tão necessárias. Precisamos, ainda, tornar essas ações significativas na medida em que buscamos uma maior compreensão sobre a Modelagem e suas possibilidades enquanto uma metodologia de ensino de Matemática e, ainda, como uma possibilidade concreta, viável, de contribuir para uma educação compatível para o momento atual do mundo, por meio da formação continuada de professores.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2003.
- ALVES-MAZZOTTI, A. Parte II – O Método nas Ciências Sociais. In.: A. J. Alves-Mazzotti, F. Gewamdsznadjder. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 203 p., 1998.
- ARAÚJO, Jussara L.; BORBA, Marcelo C. Construindo pesquisas coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2004.
- BARBOSA, J. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico**, 2001.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.
- BIEMBENGUT, Maria Salete. **Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática**. Blumenau: Ed. FURB, 1999.
- BOGDAN, R.C. e BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal. Porto Editora. 1994.
- BORBA, M.C. **Educação a Distância online**. Editora Autêntica. Belo Horizonte, 2008.
- BRASIL. MEC/INEP. **Referenciais para o exame nacional de ingresso na carreira docente**: documento para consulta pública. Disponível em: http://consultaexamedocente.inep.gov.br/publico/download/Referenciais_para_o_Exame_Nacional_de_Ingresso_na_Carreira_Docente.pdf , consultado em: 02/06/2010.
- KLÜBER; T. E.; BURAK, D.. Concepções de Modelagem Matemática: Contribuições Teóricas. **Educ. Mat. Pesq.**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, jan.-jun., 2008.
- BURAK, D.. A Modelagem Matemática e a sala de aula. In: Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática - I EPMEM, 1, 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2004. p. 1-10.
- _____. Formação dos pensamentos algébricos e geométricos: uma experiência com modelagem matemática. *Pró-Mat.* – Paraná. Curitiba, v.1, n.1, p.32-41, 1998.
- _____. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.
- _____. Modelagem Matemática: avanços, problemas e desafios. In: Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática, – II EPMEM, 2, 2006,

Apucarana, PR. **Anais... Modelagem Matemática: Práticas, Críticas e Perspectivas de Modelagem na Educação Matemática**: Apucarana: FAP, 2006. p. 1-9.

_____. **Modelagem matemática: uma alternativa para o ensino de matemática na 5ª série**. 1987. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.

_____. **O papel da universidade e o comprometimento profissional na formação de professores para a educação básica**. Revista Perspectiva. V.27, p. 17-31. Erechim, 2003.

CASTRO NEVES, C. M. de. Critérios de Qualidade para a Educação a Distância. **Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v.26, nº. 141, abr./jun., 1998.

CUNHA, M. I. **O bom professor e sua prática**. 2ª.ed. Campinas, Papyrus, 1992.

DRUCK, S. **O Drama do Ensino da Matemática**. Folha de São Paulo - 25/03/2003, disponível em www1.folha.uol.com.br/folha/sinapse/arquivo-2003.shtml. Consultado em 20/03/2010.

FERREIRA, F.; CAMARGO, P. de. **Um cálculo no meio do Caminho**. 25 de fevereiro de 2003, disponível em www.matematicahoje.com.br.

FIORENTINI, D. **Memória e análise da pesquisa acadêmica em educação matemática no Brasil**. Zetetiké, Campinas, n.1, p.55-76, mar.1993.

FIORENTINI, DARIO & LORENZATO, SÉRGIO. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

FREIRE, P. **Política e educação**. São Paulo: Cortez, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 45. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

GATTI, B.A. **Formação de professores e carreira: problemas e movimentos de renovação**. 2ª ed., Campinas, Autores Associados, 2000.

IMBERNÓN, F. **Formação docente e profissional**: formar-se para a mudança e a incerteza. São Paulo: Cortez, 2001.

IMENES, L. M. P. **Um estudo sobre o fracasso do ensino e da aprendizagem da Matemática**. 1989. 326 f. Dissertação (mestrado em Educação Matemática) Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

JACOBINI, O. **A Modelação Matemática aplicada no ensino de Estatística em cursos de graduação**. Dissertação de Mestrado. UNESP, Rio Claro. 1999.

KLUBER, T. E. Um Olhar Sobre a Modelagem Matemática no Brasil Sob Algumas Categorias Fleckianas. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.219-240, jul. 2009.

KLÜBER, T. E.. **Modelagem Matemática e Etnomatemática no Contexto da Educação Matemática**: aspectos filosóficos e epistemológicos. Ponta Grossa, 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós Graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, 2007.

KLUBER, T. E.. **Modelagem Matemática**: Aspectos que justificam a sua utilização no ensino, 2007.

LANDIM, C. M. das M. P. F. **Educação a distância**: algumas considerações. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 1997.

MORAN, J. M.; MASETTO, M.; BEHRENS, M.. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 3a edição. Campinas: Papirus, 2001.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2006.

MUGNOL, M. A Educação a Distância no Brasil: Conceitos e Fundamentos. **Diálogo Educacional**., Curitiba, v. 9, n. 27, p. 335-349, maio/ago. 2009.

NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente. In: NÓVOA (org.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

NÓVOA, A.. (org). **Os professores e sua formação**. Lisboa-Portugal: Dom Quixote, 2002.

NÓVOA. A. **Formação contínua de professores: realidades e perspectivas**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 1991.

PERRENOUD, P. **A prática reflexiva no ofício do professor**: profissionalização e razão pedagógica. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PERRENOUD, P. **Pedagogia Diferenciada: das intenções à ação**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

QUEIRÓZ, M. I. de P. O pesquisador, o problema da pesquisa, a escolha de técnicas: algumas reflexões. In: LANG, A.B.S.G., (org). **Reflexões sobre a pesquisa sociológica**. São Paulo, Centro de Estudos Rurais e Urbanos, 1992.

SABBATINI, R.M.E. **Ambiente de Ensino e Aprendizagem via Internet**: A plataforma Moodle. Disponível em: <http://www.ead.edumed.org.br/file.php/1/Plataforma Moodle.pdf>. Consultado em 15/04/2010.

SCHÖN, D.A. **Educando o Profissional Reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Trad.Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SILVA, D. K. **Formação Continuada**: o papel da investigação nas atividades de modelagem matemática, 2006.

SILVA, E. M. A.; ARAÚJO, C. M. **Formação continuada de professores**: tendências emergentes na década de 1990. In: Encontro de Didática e Prática de Ensino, 12., 2004, Curitiba. Formação continuada de professores: tendências emergentes na década de 1990. Curitiba: ENDIPE, 2004.

SILVA, E. M. A.; ARAÚJO, C. M. Reflexão em Paulo Freire: Uma contribuição para a formação continuada de professores. In: V Colóquio Internacional Paulo Freire – Na **anais...** Recife, 19 a 22-setembro 2005.

SKOVSMOSE, O.. **Educação crítica**: incerteza, matemática, responsabilidade. Trad. Maria Aparecida Viggiani Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007.

SANTOS, B.S. Um discurso sobre as ciências. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

PALLOFF, Rena; PRATT, Keith. **Construindo Comunidades de Aprendizagem noCiberespaço**. Porto Alegre, Artmed, 2002.

PIRES, C.C. **Reflexões sobre os cursos de licenciatura em matemática**. Educação Matemática em Revista. Edição especial. n. 11^a, p.44-56. São Paulo,2002.

ANEXOS

ANEXO I

Questionário *online*, desenvolvido na ferramenta *Google Docs*, com 30 questões, enviado para cerca professores de matemática de distintos núcleos de educação do Estado do Paraná.

PESQUISA EM MODELAGEM MATEMÁTICA

1. Nome completo: *

2. E-mail:

3. Sexo: *

☐

Masculino

☐

Feminino

4. Faixa etária: *

☐

20 - 30 anos

☐

31 - 40 anos

☐

41 - 50 anos

☐

51 - 60 anos

☐

Mais de 60 anos

5. Tipo de curso no qual é graduado: * Você pode assinalar mais de uma opção

☐

Licenciatura em Matemática

☐

Bacharelado em Matemática

☐

Licenciatura em Ciências com Habilitação em Matemática

☐

Outro:

6. Nome e local da Instituição em que se formou: *

7. Ano de conclusão: *

8. O último curso de pós-graduação concluído ou em andamento: *

☐

Tenho somente graduação

☐

Especialização

☐

Mestrado

☐

Doutorado

9. Informe os dados do Curso de Pós-Graduação em andamento ou concluído:

* Nome do curso, Instituição, Ano

10. Núcleo de Educação a que está vinculado: *

11. Vínculo empregatício: *

- ☐ Efetivo
☒ Contratado

12. Carga horária semanal: *

13. Anos de experiência no Ensino de Matemática: *

- ☐ 0 - 5 anos
☐ 6 - 10 anos
☐ 11 - 15 anos
☐ 16 - 20 anos
☐ 21 - 25 anos
☒ Mais de 25 anos

14. Dentre as tendências metodológicas da Educação Matemática que se fazem presentes nas DIRETRIZES CURRICULARES DE MATEMÁTICA PARA A EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO PARANÁ, quais você tem algum conhecimento ou experiência? * Você pode assinalar mais de uma opção

- ☐ Resolução de Problemas
☐ Modelagem Matemática
☐ Mídias Tecnológicas
☐ Etnomatemática
☐ História da Matemática
☐ Não tenho nenhum conhecimento ou experiência com as tendências acima

15. Caso tenha assinalado alguma tendência diferente de MODELAGEM MATEMÁTICA, faça um rápido relato da sua experiência: Informe qual foi a tendência, se foi algum curso que você fez ou se foi alguma trabalho desenvolvido com os alunos, quanto tempo, em que turma .

16. Sobre seu conhecimento de MODELAGEM MATEMÁTICA:

* Você pode assinalar mais de uma opção

- ☐ Só ouvi falar, conheço pouco
☐ Assisti a uma palestra ou mesa redonda sobre Modelagem Matemática
☐ Participei de um curso rápido em um encontro de Educação Matemática
☒ Fiz como disciplina na graduação ou pós-graduação

- ☐ Fiz pós-graduação em Educação Matemática com ênfase em Modelagem Matemática
- ☐ Fiz leituras de artigos e livros sobre Modelagem Matemática
- ☐ Outro:

17. Você já participou de alguma experiência prática de MODELAGEM MATEMÁTICA como ALUNO? *

- ☐ Sim
- ☐ Não

18. Se sua resposta foi SIM, faça um breve relato da sua experiência Qual foi a experiência, onde, quando, sua opinião sobre os resultados

19. Faça uma avaliação crítica sobre sua experiência como ALUNO de Modelagem Matemática, principalmente sobre os resultados alcançados: Assinale uma nota

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--

20. Caso queira, faça um comentário sobre a nota dada:

21. Você já desenvolveu alguma experiência prática de MODELAGEM MATEMÁTICA com seus alunos? *

- ☒ Sim
- ☐ Não

22. Se sua resposta foi SIM, faça um breve relato da sua experiência:

23. Se respondeu SIM para QUESTÃO 21, faça uma avaliação crítica sobre sua experiência prática de MODELAGEM MATEMÁTICA com seus alunos: Assinale uma nota

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--

24. Caso queira, faça um comentário sobre a nota dada:

25. Você acredita nas possibilidades metodológicas da Modelagem Matemática?

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☒ Não sei

26. Você usa atualmente a Modelagem Matemática em suas aulas? *

- ☐ Sim ☐ Não

27. Se sua resposta foi NÃO, por quê? Você pode assinalar mais de uma opção

- ☐ O programa do currículo é previamente estabelecido não dando oportunidade para o professor variar sua metodologia de ensino, pois é necessário cumprir o programa, que é inflexível.
- ☐ Falta de apoio da escola no sentido de propiciar condições para a prática de ensino alternativa
- ☐ Insegurança e falta de domínio para a aplicação da Modelagem
- ☐ A desmotivação por parte dos professores que exercem uma carga excessiva de trabalho
- ☐ Falta de interesse por parte dos alunos, indisciplina.
- ☐ Falta de tempo para elaboração de projetos de ensino alternativos
- ☐ Resistência por parte de outros professores da área que preferem o ensino tradicional e se opõem a tentativa de se buscar novas metodologias de ensino
- ☒ Outro:

28. De forma franca e sincera, você está satisfeito com o trabalho que vem desenvolvendo para ensinar matemática? Se sente realizado como professor? De uma nota que reflete a sua satisfação e a sua realização profissional: * Leve em conta as suas expectativas e a aprendizagem dos alunos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

29. Caso queira, faça um comentário sobre a nota dada

30. Você gostaria de participar de uma experiência com Modelagem Matemática, durante a realização dessa pesquisa? * Descrição: Num primeiro momento será realizado um curso de Modelagem Matemática, no qual você terá a oportunidade de vivenciar a aplicação da Modelagem Matemática e num segundo momento você irá desenvolver uma experiência com seus alunos por um período de 30 dias. Para orientar e acompanhar os dois momentos serão utilizadas as tecnologias da Educação a Distância, ou seja, não vai precisar se ausentar das suas atividades.

- ☒ Sim
- ☐ Não

ANEXO II

Questionário *online*, desenvolvido na ferramenta *Google Docs*, com 08 questões, enviado para os professores que demonstraram interesse em participar do curso, cujo objetivo era colher informações para auxiliar na seleção.

Nome completo: *

1. Qual a sua forma de acesso a internet? *

- ☐ Discado ☒ Banda larga

2. Você já participou de algum Curso à Distância? *

- ☐ Sim ☐ Não

3. Você tem alguma experiência com a Plataforma Moodle? *

- ☐ Sim ☒ Não

4. Qual programa você utiliza para chat? * Você pode marcar mais de uma opção

- ☐ MSN
☐ Skype
☐ Nenhum
☐ Outro:

5. Indique todos os períodos que poderia dispor para se dedicar ao curso: * Não significa que iremos utilizar todos os períodos, acredito que em torno de 4 horas semanais será o suficiente.

- | | | |
|--|--|--|
| ☐ Segunda – manhã | ☐ Segunda – tarde | ☐ Segunda - noite |
| ☐ Terça – manhã | ☐ Terça – tarde | ☐ Terça - noite |
| ☐ Quarta – manhã | ☐ Quarta – tarde | ☐ Quarta - noite |
| ☐ Quinta – manhã | ☐ Quinta – tarde | ☐ Quinta - noite |
| ☐ Sexta- manhã | ☐ Sexta – tarde | ☐ Sexta - noite |
| ☐ Sábado – manhã | ☐ Sábado – tarde | ☐ Sábado - noite |
| ☐ Domingo – manhã | ☐ Domingo – tarde | ☐ Domingo - noite |

6. Atualmente está em sala de aula? *

- ☐ Sim ☐ Não

7. Informe seus telefones e melhor horário para falar com você, caso precise: *

8. Fique a vontade para fazer qualquer questionamento ou observação: