

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

CARLOS ROBERTO FERREIRA

A MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA COMO EIXO
METODOLÓGICO DA PRÁTICA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

PONTA GROSSA, PR
2016

CARLOS ROBERTO FERREIRA

A MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA COMO
EIXO METODOLÓGICO DA PRÁTICA DO PROFESSOR DE
MATEMÁTICA

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Educação. Linha de pesquisa: Ensino Aprendizagem.

Orientador: Prof. Dr. Dionísio Burak

PONTA GROSSA, PR
2016

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

Ferreira, Carlos Roberto
F383 A Modelagem Matemática na educação
Matemática como eixo metodológico da
prática do professor de Matemática/ Carlos
Roberto Ferreira. Ponta Grossa, 2016.
157f.

Tese (Doutorado em Ciências - Área de
Concentração: Física), Universidade
Estadual de Ponta Grossa.
Orientador: Prof. Dr. Dionísio Burak.

1. Ensino e aprendizagem. 2. Modelagem
Matemática. 3. Estilo de pensamento.
4. Formação de professores. I. Burak,
Dionísio. II. Universidade Estadual de
Ponta Grossa. Doutorado em Ciências. III.
T.

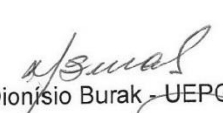
CDD: 511.3

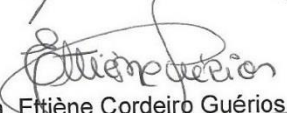
TERMO DE APROVAÇÃO

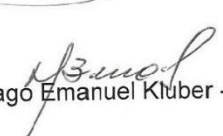
CARLOS ROBERTO FERREIRA

A MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA COMO EIXO METODOLÓGICO DA PRÁTICA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor 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 (a) Prof. Dr. Dionísio Burak - UEPG


Profª Dra. Etienne Cordeiro Guérios - UFPR


Prof. Dr. Tiago Emanuel Kluber - UNIOESTE


Profª Dra. Célia Finck Brandt - UEPG


Profª Dra. Ana Lucia Pereira Baccon - UEPG

Ponta Grossa, 10 de junho de 2016.

Para quem dedico

*Aos meus pais, José Luís (in memoriam) e Dirce,
pelo exemplo de vida e pelas orações diárias.*

*Aos meus irmãos, José Carlos (in memoriam),
Luiz Carlos (in memoriam) e à Gissela, que sempre torceram por mim.*

*Aos meus filhos, Pedro e Lucas,
que me enchem de orgulho a cada dia.*

*Ao Adalto, à Gilmara (in memoriam) e ao João, pelo
acolhimento carinhoso e paciente em minhas estadias.*

*À minha esposa, Maria Antonieta,
com quem compartilho minha vida e meus sonhos.*

Agradecimentos

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

À minha família, pelas orações, pelo amor, pelo apoio e pelo encorajamento quando o desânimo me abateu, e pela compreensão nos momentos de ausência.

Não posso deixar de agradecer de coração a algumas pessoas especiais sem as quais tudo teria sido mais difícil:

Ao Professor Dionísio Burak, antes de ser meu orientador, um grande amigo de longa data. Obrigado pelos ensinamentos, pelas orientações, pelo incentivo e por sua compreensão e paciência nos momentos difíceis.

Ao Professor Tiago Klüber, um amigo que escolhi para fazer parte da minha família. Obrigado pelo tempo dedicado, pelas contribuições e reflexões e pelas longas conversas sobre Educação Matemática.

À Professora Ettiène, à Professora Célia, ao Professor Tiago e à Professora Ana Lúcia, profissionais competentes, com um entendimento extraordinário sobre Educação e mais ainda sobre Educação Matemática. Obrigado pelas valiosas contribuições no exame de qualificação.

Às Professoras Celma, Luciane e Maria Ângela e aos seus/meus queridos estudantes, obrigado pela disponibilidade, engajamento e seriedade. Foram dias de desafios, surpresas, dúvidas, descobertas, aprendizado e também de muita alegria.

Aos colegas do curso, pelo companheirismo e pelas ricas discussões sobre Educação. Um carinho especial pela Suzana, por compartilhar angústias e alegrias.

Aos Professores e aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Educação da UEPG. Obrigado pela atenção, pela competência e pelo apoio.

À Unicentro, por possibilitar minha dedicação integral a pesquisa.

À Capes e à Fundação Araucária, pelo apoio financeiro.

Epígrafe

“Quando o homem compreende a sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e o seu trabalho pode criar um mundo próprio, seu Eu e as suas circunstâncias”

Paulo Freire

RESUMO

A Modelagem Matemática tem experimentado grandes avanços nas discussões teóricas e práticas no meio acadêmico nas últimas décadas (BIEMBENGUT, 2009). Entretanto, o que se observa é que os avanços obtidos chegam timidamente às salas de aula e de forma pontual em algumas iniciativas. Estamos convencidos de que atividades pontuais não são suficientes para a compreensão da Modelagem e para estar presente na prática do professor. No escopo dessa problemática, observamos que investigar a prática do professor que conduz as atividades de Modelagem por tempo prolongado se constituía no principal núcleo de nossas inquietações, o que nos impulsionou a interrogar: O que se mostra da prática de professores de Matemática da Educação Básica, quando adotam predominantemente a Modelagem Matemática como eixo metodológico numa perspectiva assumida de Educação Matemática? E com as respostas obtidas, temos por objetivo “Compreender e teorizar sobre a prática do professor de Matemática, quando adota a Modelagem Matemática como principal eixo metodológico numa perspectiva de Educação Matemática”. O referencial teórico sustenta-se nas visões mais atuais sobre Educação Matemática e o ensino de matemática, que estão presentes nos trabalhos de Fiorentini e Lorenzato (2006) e Rius (1989). 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 de professores de matemática em Modelagem, focamos no método reflexivo e na autonomia com base nos trabalhos de Schön (2000), Freire (2001), García (1999), Martins (2002) e Gatti (2008). Outros elementos teóricos e distintos autores foram agregados às discussões, conforme se mostraram necessárias incursões para a compreensão das categorias construídas. O referencial teórico está articulado à epistemologia de Fleck (1986), que pode elucidar os modos da forma de pensar e de agir dos professores. A abordagem foi qualitativa, com paradigma interpretativo e método indutivo, sendo que o pesquisador assumiu a postura de observação participante. Os sujeitos da pesquisa são três professoras da Educação Básica do Paraná. Para coleta e análise dos dados, utilizamos uma abordagem mista entre a *Grounded Theory* e a Etnografia, com auxílio do *Softwares Atlas.Ti* que auxiliou na organização analítica dos dados, mais especificamente o diário das professoras e as observações diretas do pesquisador. A categorização livre, axial e seletiva possibilitou a criação de onze categorias vinculadas a uma categoria central. Os dados revelam que, quando o professor adota a Modelagem como eixo metodológico por um longo período de tempo, isso não garante que ele adotará de forma permanente a Modelagem em sua prática, mas a experiência revelou mudanças importantes em seu estilo de pensamento e na sua prática. Disposição para mudança foi a categoria central encontrada, que se conecta fortemente às outras categorias e que demonstraram redução da insegurança das professoras, maior satisfação com o trabalho, maior motivação, compreensão da importância do planejamento antes e durante as atividades de Modelagem, avanço na compreensão sobre avaliação, atenção ao comportamento dos estudantes, evolução em relação a sua autonomia e reconhecimento da importância da reflexão constante da sua prática.

Palavras-chave: Ensino e Aprendizagem; Modelagem Matemática; Estilo de Pensamento; Formação de Professores

ABSTRACT

The Mathematical Modeling has experienced great advances in theoretical and practical discussions in academic circles in recent decades (BIEMBENGUT, 2009). However, what is observed is that the progress made timidly reach the classrooms and in a timely manner on some initiatives. We are convinced that specific activities are not sufficient for understanding the modeling and to be present in the practice of teacher. In the scope of this problem, we observed that investigate the practice of teacher who conducts modeling activities for a long time constituted the main core of our concerns, which prompted us to ask: What shows the practice of mathematics teachers of Basic Education when predominantly adopt the Mathematical Modeling as a methodological axis assumed a perspective of mathematics education? And with the answers, we aim "Understanding and theorizing about the practice of mathematics teacher, when adopting the mathematical modeling as the main methodological axis in mathematics education perspective." The theoretical framework is based on the most current views on mathematics education and the teaching of mathematics, which are present in the work of Fiorentini and Lorenzato (2006) and Rius (1989). As for the mathematical modeling of concepts, we sought to dialogue with other authors, however, we assume the design proposed by Burak (2004). Regarding the training of mathematics teachers in modeling, we focus on the reflective method and autonomy based on the work of Schön (2000), Freire (2001), Garcia (1999), Martins (2002) and Gatti (2008). Other theoretical elements and distinct authors were included in the discussions, as proved necessary inroads to understanding the constructed categories. The theoretical framework is articulated to the epistemology of Fleck (1986), which may elucidate the modes of thinking and acting teacher. The approach was qualitative, with interpretative paradigm and inductive method, and the researcher took the participant observation posture. The subjects are three teachers of Basic Education of Paraná. For data collection and analysis, we use a mixed approach between Grounded Theory and Ethnography, with the help of ATLAS.ti software that assisted in the organization of analytical data, specifically the diary of teachers and direct the researcher comments. The free categorization, axial and selective enabled the creation of eleven categories linked to a central category. The data shows that when the teacher adopts modeling as a methodological axis for a long period of time, this does not guarantee that it will adopt permanently Modeling in their practice, but experience has shown significant changes in their thinking style and its practice. Willingness to change was the central category found that strongly connects to other categories and demonstrated reduction of insecurity of teachers, greater job satisfaction, increased motivation, understanding the importance of planning before and during the modeling activities, progress in understanding on evaluation, attention to student behavior, evolution regarding their autonomy and recognition of the importance of constant reflection of their practice.

Key words: Teaching and Learning; Mathematical Modeling; Thinking style; Teacher training

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tetraedro de Higginson	38
Figura 2 - Configuração da Educação Matemática	39
Figura 3 - Circulação Intracoletiva e Intercoletiva relativa a formação de professores	60
Figura 4 - Codificação Axial	105
Figura 5 - Categoria central - Disposição para mudanças	106 e 135
Figura 6 - Categoria - Insegurança do professor	107
Figura 7 – Categorias - Fuga do tema e Resistência em Mudar	110
Figura 8 – Categoria – Indisciplina	113
Figura 9 – Categoria – Motivação	116
Figura 10 – Categoria – Planejamento	118
Figura 11 – Categoria – Avaliação	120
Figura 12 – Categoria - Atenção ao comportamento dos estudantes	124
Figura 13 – Categoria - Satisfação com o trabalho	126
Figura 14 – Categoria: Autonomia	129
Figura 15 – Categoria: Reflexão sobre a prática	131

LISTAS DE FOTOS

Foto 1 - Salada de frutas I.....	86
Foto 2 – Salada de frutas II.....	86
Foto 3 - Pipa	99
Foto 4 – Aquecedor com placa de PVC	95
Foto 5 – Aquecedor solar com garrafas PET I	97
Foto 6 – Relógio de sol - Determinação do norte geográfico.....	100
Foto 7 – Aquecedor solar com garrafas PET II.....	102

LISTAS DE SIGLAS E ABREVEATURAS

AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNMEM	Conferência Nacional sobre Modelagem em Educação Matemática
DF	Distrito Federal
EaD	Educação a Distância
EM	Educação Matemática
ENEM	Encontro Nacional de Educação Matemática
EPAMM	Encontro Paraense de Modelagem Matemática
EPMEM	Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática
FAFIG	Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava
GEEM	Grupo de Estudo do Ensino da Matemática
GT	Grupo de Trabalho
ICTMA	International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications
IMECC	Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica
MEM	Movimento Educação Matemática
MG	Minas Gerais
MMM	Movimento Matemática Moderna
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PDE	Programa de Desenvolvimento Educacional
PET	Polietileno tereftalato
PISA	Programme for International Student Assessment
PVC	Policloreto de vinila
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica
SBEM	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
SIPEM	Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática
UEFS	Universidade Federal de Feira de Santana
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

UNICAMP Universidade Estadual de Campinas

UNICENTRO Universidade Estadual do Centro Oeste

UNIOESTE Universidade Estadual do Oeste do Paraná

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
De onde venho – itinerário da formação do pesquisador	14
Aspectos acadêmicos científicos que justificam o interesse pelo tema.....	21
A problemática.....	23
O objeto e abordagem de investigação	29
A questão ou problema da investigação	30
Estrutura da tese.....	31
1 MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	33
1.1 O MOVIMENTO MATEMÁTICA MODERNA	33
1.2 O MOVIMENTO EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	36
1.3 O MODELO E A MODELAGEM MATEMÁTICA.....	40
1.4 A MATEMÁTICA APLICADA	43
1.5 A MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES.....	44
1.6 MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	45
2 FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES EM MODELAGEM MATEMÁTICA E ESTILOS DE PENSAMENTO: UMA APROXIMAÇÃO.....	51
2.1 A FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DOS PROFESSORES	51
2.2 O MODELO BASEADO NA PRÁTICA REFLEXIVA	53
2.3 O MODELO BASEADO NA AUTONOMIA.....	57
2.4 A EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK	60
2.5 A ATIVIDADE PRÁTICA COMO NORTEADORA PARA A CONSTITUIÇÃO DE UM ESTILO DE PENSAMENTO	62
2.6 A FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA EM MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.....	69
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	73
3.1 ABORDAGEM E MÉTODO DE PESQUISA	73
3.2 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA	76
3.3 PESQUISA COOPERATIVA E TRABALHO COLABORATIVO	78
3.4 A TEORIA FUNDAMENTADA (GROUNDED THEORY).....	80
3.5 A ETNOGRAFIA.....	81
3.6 UMA ABORDAGEM MISTA.....	82

3.7 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS	83
3.8 DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DOS TEMAS DAS ATIVIDADES REALIZADAS	85
 4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	104
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	134
REFERÊNCIAS	138
ANEXOS A: QUESTIONÁRIO	145
ANEXO B: RESPOSTAS QUESTIONÁRIO.....	150

INTRODUÇÃO

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original”

Albert Einstein

De onde venho – itinerário da formação do pesquisador

Segunda-feira, o professor de matemática caminha, sem pressa, para mais uma aula na oitava série; já é o segundo semestre. Com alguma impaciência, consegue, após 5 minutos, que os estudantes fiquem sentados e quietos para que ele faça a chamada, que dura mais 10 minutos, pois teve que parar algumas vezes para distribuir algumas “brincas”. Terminada a chamada, olha para o relógio e tenta se reorganizar para trabalhar o novo assunto, pois só lhe restam 35 minutos de aula. Solicita aos estudantes que abram o livro didático na página 48, onde consta o título “Equações do Segundo Grau”, assunto que domina muito bem, uma vez que já trabalha com o tema há 20 anos, dispensando a preparação antecipada da aula. Dirige-se ao quadro, faz um resumo do conteúdo conforme está no livro, apresentando a fórmula geral, sem nenhuma demonstração de como se chegou a ela, pressupondo que eles não entenderiam mesmo. Apresenta e resolve alguns exercícios como exemplos e, em seguida, passa uma lista com exercícios de fixação.

Na aula seguinte, faz as correções da lista e marca uma avaliação para a próxima semana. Nesse momento, um dos estudantes se manifesta dizendo que *achou fácil a matéria, que era só seguir o modelo resolvido pelo professor*. Outro estudante, entretanto, questionou: *por que estudar aquele assunto? Qual o significado das raízes encontradas (x' e x'')? Onde vou utilizar isso?* O professor, já acostumado com esses questionamentos, tem a resposta pronta: *Por enquanto você precisa apenas aprender a encontrar as raízes, para que serve, e*

onde vamos utilizar vocês verão mais à frente. Em momentos de maior inspiração, alongava um pouco mais a sua resposta, dizendo que era base para assuntos que “caem” em testes de empregos ou base para conteúdos mais complexos cobrados no vestibular. Na semana subsequente, aplica a prova e afere que muitos estudantes não conseguiram encontrar as raízes e ficaram com notas abaixo do esperado, mas isso não o incomoda e até acha normal, afinal matemática é difícil mesmo.

Esse é um relato de um fato ocorrido em 1979, e eu era um dos estudantes da turma citada, que questionava o que significava aquele x' e x'' . Minha preocupação com o ensino e a aprendizagem da matemática teve início nessa época. Recordo-me que as respostas dadas aos nossos questionamentos pelo professor não eram muito convincentes, sempre saíamos com respostas incompletas, vagas, e isso incomodava-me. Para os que prestavam atenção, resolviam a lista de exercícios e a resolviam novamente por ocasião da prova, não havia problemas; era possível tirar uma boa nota. Não obstante, para quem estava “tomando gosto” pela matemática, não poderia ser só aquilo, decorar fórmulas e “modelos” de exercícios, sempre resolvendo de forma mecânica.

Hoje é possível analisar a situação com mais clareza, mas, naqueles dias, a pouca idade e a imaturidade não permitiam ir além de seguir as orientações do professor e éramos facilmente vencidos pelos seus argumentos. Assim, a vida continuou e, em 1985, quando cursava o terceiro ano do curso de Licenciatura em Matemática, as preocupações voltaram com toda força, pois iniciei minha jornada como professor de Matemática. Lá estava um jovem, apavorado e inseguro professor de matemática, em frente a uma turma de 40 estudantes de uma oitava série. No lugar do livro didático, a escola adotava apostilas, que deveriam ser “cumpridas à risca”, com direito à conferência e visto da coordenação pedagógica.

Iniciei minha primeira aula com 5 minutos de atraso, foi difícil conseguir que ficassem sentados e quietos, depois foram mais 10 minutos para fazer a chamada, pois tinha que parar para distribuir algumas “brincas”. Terminada a chamada, olhei para o relógio e tentei me reorganizar para iniciar o novo assunto, só restavam 35 minutos de aula. Solicitei que abrissem a apostila na página 32, e começamos a estudar “Equações do Segundo Grau”. No quadro negro, fiz um resumo do conteúdo, conforme está na apostila, e resolvi alguns exercícios como modelo e passei uma lista com exercícios para fixação. Evidentemente que não demorou muito para que me desse conta que estava repetindo exatamente o *modus operandi* do meu velho e querido professor de 1979. Felizmente, a “luz amarela acendeu” antes que eles comessem com os

questionamentos sobre o significado do x' e x'' . A partir daquele momento, comecei a me preocupar em fazer algo a mais e comecei a compartilhar tais questões com meus colegas e professores da faculdade, mas sentia que não havia espaço para essas discussões e iniciativas.

Nos dois anos seguintes, consegui alguns avanços em relação ao modo de organizar e propor a aula, mas ainda muito acanhados. Na semana da minha formatura, turma de 1987, da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Arapongas, enquanto aguardava a entrega do diploma, sentia-me angustiado com pensamentos no presente e no futuro. Como já tinha alguma experiência, comecei a fazer uma retrospectiva da minha prática como professor de matemática e não estava gostando das conclusões a que chegava. Naquela semana houve um conselho de classe em que, de uma turma de 40 estudantes, 6 reprovaram em Matemática. No momento não me preocupei, uma vez que ouvi dos professores vários comentários: ‘não se preocupe, isso é normal’; ‘Matemática é assim mesmo, muito difícil’; ‘com essa nota tem que reprovar mesmo’; ‘se não prestar muita atenção e não resolver as listas de exercícios, não se aprende matemática’; ‘este menino é bom nas humanas, mas nas exatas é um desastre, ele não sabe tabuada, não tem raciocínio’; entre outros.

No entanto, algo me chamou a atenção: o semblante de um colega professor com mais tempo de magistério. Com ele ocorreram treze reprovações em Matemática em uma única turma, e ele parecia orgulhoso e realizado, como se aquelas reprovações fossem mesmo o seu objetivo. Sorridente, aparentava superioridade frente aos outros professores, que só reprovaram dois ou três. Os estudantes que reprovei, os comentários dos professores e a reação do meu colega professor de Matemática, fizeram-me refletir e trouxeram vários questionamentos, a saber: a culpa pelas reprovações era somente dos estudantes ou a metodologia utilizada poderia ter contribuído? São eles que não aprendem ou são os professores que não ensinam adequadamente? A metodologia que utilizava era uma reprodução da prática dos meus professores ao longo da minha vida escolar? Será que era a correta? Os estudantes que passaram, aprenderam Matemática ou apenas decoraram algoritmos e os repetiam de forma mecânica? O material didático utilizado, com um breve resumo da teoria, uma fórmula e alguns exercícios resolvidos, foi adequado?

Na busca por respostas às questões mencionadas, teve início uma trajetória de leituras e discussões durante as reuniões pedagógicas da escola. Foi possível encontrar dados importantes sobre o ensino de Matemática, nos quais indicavam os baixos rendimentos dos estudantes em Matemática, como se verifica no excerto abaixo:

As provas de Matemática aplicadas em 1993, pelo Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica SAEB indicavam que, na primeira série do ensino fundamental, 67,7% dos alunos acertavam pelo menos metade dos testes. Esse índice caía para 17,9% na terceira série, tornava a cair para 3,1%, na quinta série e subia para 5,9% na 24 sétima série. Nas provas de Matemática, aplicadas em 1995, abrangendo alunos de quartas e oitavas séries do ensino fundamental, os percentuais de acerto por série/grau e por capacidades cognitivas, além de continuar diminuindo à medida que aumentavam os anos de escolaridade, indicavam também que as maiores dificuldades encontravam-se nas questões relacionadas à aplicação de conceitos e à resolução de problemas. (BRASIL, 1998, p. 23).

Então, era possível perceber que o ensino e a aprendizagem da Matemática não estavam alcançando os objetivos propostos, que no caso do ensino fundamental, foram publicados nos Parâmetros Curriculares Nacionais de 1998, mas já faziam parte das discussões nos últimos. Os objetivos gerais para o ensino fundamental, visando à construção da cidadania, eram levar o estudante a:

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 da realidade, estabelecendo inter-relações entre eles, utilizando 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 intuição, indução, dedução, 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 auto-estima 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. (BRASIL, 1998, p. 47).

Vários problemas, dentre eles, a formação dos professores, a pesquisa sobre novos métodos de ensino e a elaboração e desenvolvimento de materiais didáticos, mereciam atenção especial. Assim, a consciência da necessidade e da dificuldade de levar o estudante a construir o conhecimento matemático não era nova. Enfrentar a questão era imperativo!

Com esse entendimento, em 1990, iniciei um Curso de Pós-Graduação *latu sensu*, ofertado pela Fundação Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de Guarapuava,

FAFIG, hoje, Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, concluindo-o em 1991. O curso, em parceria com a Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, tinha como objetivo qualificar professores de Matemática da Educação Básica em Ensino de Matemática, com ênfase em Modelagem Matemática¹. Como trabalho de conclusão de curso, os professores, em grupos, desenvolveram uma atividade de Modelagem para fixar os conhecimentos adquiridos nas disciplinas. A Modelagem desenvolvida seguiu etapas, sendo que a primeira era a escolha de um tema.

O tema escolhido pelo nosso grupo foi a instalação de uma rede elétrica de baixo custo em um bairro da cidade de Guarapuava - PR. Durante visitas aos bairros da cidade, identificamos vários bairros que ainda não possuíam rede de energia elétrica e os órgãos competentes informavam que não havia previsão para instalação, devido aos altos custos e à falta de recursos. Nosso objetivo foi desenvolver um projeto para minimizar os custos e viabilizar a implantação da rede elétrica que pudesse beneficiar dezenas de famílias carentes. Fizemos vários estudos e os resultados de um deles foram apresentados em um artigo com o título “A Modelagem Matemática na Formação Continuada de Professores: O relato de uma experiência” (FERREIRA, 2010), que faz parte do Livro “Modelagem Matemática: uma perspectiva para a Educação Básica”, editado em 2010 pela Editora UEPG (BURAK, BRANDT, KLÜBER, 2010).

Com essa experiência foi possível vislumbrar, com a Modelagem, uma possibilidade concreta de responder aos vários questionamentos acerca do ensino e da aprendizagem da matemática apresentados anteriormente. Porém, de volta às salas de aula, a realidade nos mostrou o quanto seria difícil colocar em prática as mudanças necessárias. A estrutura da escola e a adoção de um material didático com uma sequência rígida do currículo previamente estabelecido não permitiam o trabalho com a Modelagem, e muitos colegas acabaram desistindo. Aqueles que conseguiram superar essas dificuldades externas se depararam com dificuldades internas, como a falta de experiência e o isolamento, não tendo outros professores para compartilhar ideias, experiências e encontrar soluções para os problemas que surgiam.

No meu caso, a pedido do Professor Dionísio Burak, em 1991, aceitei ser um dos sujeitos da sua tese de doutorado, desenvolvendo uma atividade com os estudantes da 5ª série do ensino fundamental. Como era uma escola particular, o diretor concordou, mas com a condição que fosse em horário extraclasse, pois no horário “normal” deveria trabalhar com a apostila adotada

¹ A partir deste ponto, iremos utilizar Modelagem quando nos referirmos à Modelagem Matemática.

pela escola. Sem outra alternativa, assim foi feito e apesar de não ser o ideal, mesmo com as limitações, foi possível atingir alguns objetivos importantes, tais como: motivação para estudar e trabalhar em grupo, aprendizagem de alguns conteúdos importantes no contexto do tema, que foram utilizados para resolver os problemas levantados e análise crítica das soluções encontradas.

Ainda no mesmo ano, fui aprovado em concurso público da Faculdade Estadual de Ciência Econômicas de Apucarana, para área de Matemática Aplicada, e por essa razão dediquei maior tempo de estudo e de pesquisa a essa nova área. Entretanto, como continuei a trabalhar na Educação Básica, as preocupações com o ensino e a aprendizagem da Matemática com esse nível de ensino ainda me acompanhavam e assim foi até o ano de 2006, ano que considero um divisor de águas na minha trajetória acadêmica. Nesse ano, envolvido com questões da Matemática Aplicada, estava estudando modelos matemáticos para calcular o risco em investimento em ações. Pensando na minha experiência com a Modelagem na Educação Matemática, comecei a ficar angustiado e me perguntando o que estava fazendo, ou seja, estava estudando e desenvolvendo modelos matemáticos para que especuladores não perdessem dinheiro na bolsa de valores e não me senti feliz com aquilo. Na realidade, gostaria de estudar e ter experiências com a Modelagem voltada ao ensino e à aprendizagem da Matemática.

Refletindo sobre essas questões, decidi que gostaria de continuar a trabalhar com modelos matemáticos, contudo, voltados aos objetivos da Educação Matemática e não da Matemática Aplicada. Considerando outros aspectos de cunho pessoal, no mesmo mês, entrei em contato com a Universidade Estadual do Centro-Oeste e fiquei sabendo que ainda existia o Grupo de Pesquisas e Ensino em Educação Matemática; assim, fiz a solicitação de transferência, que logo foi aceita e, em 2007, já estava trabalhando na Universidade e no grupo de pesquisa. Esse grupo de pesquisa possui forte tradição no trabalho com a Educação Matemática, mais especificamente com a Modelagem. Uma das minhas primeiras perguntas ao grupo foi em relação à adoção da Modelagem por parte dos professores da Educação Básica e a resposta me deixou preocupado: não havia notícia de algum professor que a tivesse adotado como parte de sua prática.

Foi neste momento que decidi focar a minha pesquisa na Modelagem, estudar porque ela não estava chegando à sala de aula e propor soluções para que isso acontecesse. Sentindo a necessidade de aprofundar meus conhecimentos em Educação, mais especificamente em Educação Matemática, resolvi cursar o Mestrado em Educação, ofertado pela Universidade

Estadual de Ponta Grossa - PR. Em 2010, defendi minha dissertação de mestrado, intitulada “Modelagem Matemática na Educação Matemática: Contribuições e Desafios à Formação Continuada de Professores na Modalidade Educação a Distância Online”. (FERREIRA, 2010b).

A investigação no mestrado buscou explicitar a questão sobre o que se evidencia em um curso de Modelagem, oferecido na modalidade de Educação à Distância *online* para a formação continuada do professor de matemática. O objetivo central por meio da investigação consistiu em compreender como a Modelagem desenvolvida num curso na modalidade EaD *online* pode contribuir para a superação das dificuldades do professor no entendimento da metodologia, uma vez que assumimos a concepção de Burak (1992 e 2004) e na sua utilização em sala de aula. Também, objetivei verificar, entre outros pontos, quais contribuições a modalidade EaD *online* proporciona para a formação continuada dos professores e para a superação das dificuldades de adoção e entendimento das concepções da Modelagem.

Participaram da pesquisa 40 professores de Matemática da rede pública da Educação Básica, de diversas cidades do Estado do Paraná. Os resultados apresentaram aspectos significativos em relação ao desenvolvimento da Modelagem na EaD e à sua adoção na Educação Básica.

As ferramentas do ambiente *Moodle* possibilitaram a interação e o diálogo entre os participantes, clareando a concepção de Modelagem e diminuindo a insegurança por parte dos professores-discentes no desenvolvimento das etapas. 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 e que as ferramentas da plataforma *Moodle* contribuíram, e muito, para o desenvolvimento do curso, devido à interface simples e funcional. Os dados registrados por meio das ferramentas, como *chats*, fóruns, diários e *wiki*, indicam claramente que é possível superar as dificuldades do professor no entendimento da metodologia e na sua utilização em sala de aula.

Desse itinerário relatado, emergiram diversas questões de pesquisa. Dentre elas, persistia a não adoção da Modelagem pelos professores. Em suma, levantou-se a hipótese de que o trabalho eventual e esporádico é um dos principais agravantes para a permanência desse quadro. Sob essa inquietação, avançamos com a pesquisa e na seção a seguir esclarecemos e sustentamos essa “intuição” inicial.

Aspectos acadêmicos científicos que justificam o interesse pelo tema

O exposto até o momento revela a nossa afinidade com a prática e com a pesquisa em Modelagem como uma possibilidade de minimizar os problemas do ensino e da aprendizagem da Matemática, uma vez que nos preocupamos com esses processos. Essa preocupação também faz parte do cotidiano de pesquisadores da área, professores da Educação Básica e dos professores e graduandos dos cursos de licenciatura em matemática. É fato que o estado em que se encontra o ensino e a aprendizagem dos estudantes em Matemática não é nada confortável. Para Burak e Aragão (2012),

O ensino de Matemática há muito tempo está embasado em memorização, procedimentos mecânicos, regras e fórmulas, e resolução de exercícios, em que pesem alguns avanços talvez ainda insuficientes, no entendimento de mudanças que se fazem para produzir melhoria no ensino e na aprendizagem de Matemática. (BURAK; ARAGÃO, 2012, p. 9).

É evidente que problemas e dificuldades também são encontrados em outras disciplinas, mas a Matemática tem se destacado. Como destaca Micotti,

A aplicação dos aprendizados em contextos diferentes daqueles em que foram adquiridos exige muito mais que a simples decoração ou a solução mecânica de exercícios, exige domínio de conceitos, flexibilidade de raciocínio, capacidade de análise e abstração. Essas capacidades são necessárias em todas as áreas de estudo, mas a falta delas, em Matemática, chama a atenção. (MICOTTI, 1999, p. 154).

Felizmente, é possível perceber uma reação. Segundo dados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Brasil, apesar de ainda ocupar 58ª posição de um total de 65 países na avaliação do *Programme for International Student Assessment* (PISA²) em Matemática, em sua quinta participação em 2012, analisando os resultados, melhorou muito seu desempenho, quando comparado com 2003, inclusive foi o país que mais cresceu em Matemática.

Uma das explicações desse avanço é que, ao longo dos últimos anos, grandes esforços estão sendo empregados na busca de se investigar metodologias capazes de proporcionar um ensino que tenha implicações na aprendizagem dos nossos estudantes, principalmente da

²Programa Internacional de Avaliação de Estudantes - é uma iniciativa de avaliação comparada, aplicada a estudantes na faixa dos 15 anos, idade em que se pressupõe o término da escolaridade básica obrigatória na maioria dos países.

Educação Básica. Podemos considerar essas tendências como emergentes do Movimento Educação Matemática³ (MEM), surgido na década de 1970, cuja preocupação está voltada prioritariamente às questões e aos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática. No Brasil, esse movimento, segundo Fiorentini e Lorenzato, “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” (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p. 5).

A Educação Matemática contempla, ainda, diversas propostas de tendências metodológicas que estão presentes nas Diretrizes Curriculares do Estado do Paraná, como, por exemplo, a Modelagem Matemática, a Resolução de Problemas, a Investigação Matemática, a Etnomatemática, a História da Matemática e as Mídias Tecnológicas (PARANÁ, 2008). Dentre essas metodologias, destacamos a Modelagem, que, junto às outras tendências metodológicas em Educação Matemática, está ganhando a cada dia força e novos adeptos.

Nesse contexto, entendemos que a Modelagem pode ser uma possibilidade para superação do atual quadro do ensino e da aprendizagem da matemática, assim como defendem alguns pesquisadores (BARBOSA, 2001; BASSANEZI, 2002; BIEMBENGUT, 1999; BURAK, 1992, 2004, 2010). O ensino de Matemática, mediado pela Modelagem na Educação Matemática, traz contribuições importantes em relação a outras formas de ensino, em que pese algumas percepções distintas do ponto de vista epistemológico entre os autores que tratam do tema, mas destacamos que o fato de se partir de um tema do interesse dos estudantes proporciona-lhes ações de pesquisar, conjecturar, criar estratégias próprias e interações com o grupo. Ainda, o tema enseja uma perspectiva que supera a disciplinar, pois a perspectiva interdisciplinar, que de maneira simples pode-se dizer uma interação entre disciplinas e várias áreas do saber, isto é, preconiza um diálogo permanente com outras áreas e conhecimentos.

Quanto às potencialidades da Modelagem e seus benefícios para o ensino e a aprendizagem, os autores supracitados e outros discutem e registram o tema amplamente, como, por exemplo, o gosto do estudante pelo estudo da disciplina de matemática, o trabalho em grupo e colaborativo, a habilidade de propor e de resolver problemas, discutindo soluções encontradas, a capacidade de trabalhar uma visão distinta do professor de matemática em relação ao seu ensino, à possibilidade tornar o estudante um cidadão mais crítico, capaz de tomar decisões e analisar situações do seu cotidiano. No entanto, conforme indicamos

³ Doravante iremos utilizar MEM quando nos referirmos ao Movimento Educação Matemática.

anteriormente, ela não é uma prática recorrente em sala de aula na disciplina de matemática. Esse aspecto conduz-nos à descrição da problemática de pesquisa.

A problemática

No Brasil, a Modelagem faz parte das discussões teóricas e práticas no meio acadêmico há mais de 30 anos (BIEMBENGUT, 2009). Nesse tempo, muito já se escreveu e se debateu sobre ela em vários encontros da área, em teses, dissertações, livros, pesquisas com enfoques diversos e em programas de pós-graduação (BARBOSA, 2001; BASSANEZI, 2002; BIEMBENGUT, 1999; BURAK, 1992, 2004, 2010; KLUBER, 2008; CALDEIRA, 2009; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012). Entretanto, o que observamos é que os avanços obtidos na comunidade brasileira de Educação Matemática de Modelagem, independentemente da perspectiva dos autores, ainda chegam timidamente às salas de aula e de forma pontual em algumas iniciativas.

Silveira (2007) constatou que os vários programas de formação sobre Modelagem na Educação Matemática, oferecidos aos professores de Matemática na formação continuada, não resultaram em mudanças significativas na prática cotidiana de sala de aula, embora os professores acreditem nas potencialidades da Modelagem. Afirma, ainda, que talvez, melhor do que dizer aos professores o que deve ser feito, seja fazer junto com eles.

Nessa direção, durante a realização do mestrado, listamos (FERREIRA, 2010b) vários problemas que, na opinião dos professores da Educação Básica, podem dificultar a adoção da Modelagem por parte da maioria dos professores de matemática, a saber: o currículo é previamente estabelecido, criando dificuldades ao professor que intenciona modificar sua forma de ensinar, pois é necessário cumprir o programa, que é inflexível, apesar do trabalho do professor não ser; falta de apoio da escola no sentido de propiciar condições para uma prática de ensino alternativa; insegurança e falta de domínio para adotar a metodologia da Modelagem; desmotivação por parte dos professores que exercem uma carga excessiva de trabalho; falta de interesse por parte dos estudantes, 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 à tentativa de se buscar novas metodologias de ensino. Dos problemas listados, aquele que se destacou foi a insegurança dos professores que, mesmo ao final de cursos de formação, ainda apresentam dúvidas quanto ao entendimento da Modelagem, dificuldades

na percepção do conteúdo matemático presente na situação estudada e dificuldades em desenvolver a Modelagem em sala de aula.

Tal dificuldade se explica pelo fato de 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 desamparado, acaba por desistir das atividades, frente às muitas dúvidas que surgem, o que o leva a concluir o trabalho de forma superficial.

No sentido de minimizar essas dificuldades, como já mencionamos em nossa dissertação de mestrado (FERREIRA, 2010b), desenvolvemos um curso de Modelagem, utilizando os recursos da Educação à Distância, mediados pela tecnologia, mais especificamente a internet. O curso foi dividido em 3 módulos: no módulo 1, os professores tiveram a oportunidade de discutir os aspectos teóricos e práticos da metodologia; no módulo 2, divididos em grupos, eles desenvolveram uma atividade de Modelagem seguindo as etapas com acompanhamento e a orientação do pesquisador; e no módulo 3; eles desenvolveram uma atividade de Modelagem com seus estudantes em sala de aula.

A grande quantidade de dados registrados no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA),⁴ e depois analisados, possibilitou o surgimento de itens importantes evidenciados no desenvolvimento do curso. Foi possível defender que as ferramentas do ambiente Moodle possibilitam a interação e o diálogo entre os participantes, clareando a concepção de Modelagem e diminuindo, ainda que timidamente, a insegurança por parte dos professores no desenvolvimento das etapas de uma atividade de Modelagem. Os dados indicam claramente que é possível superar algumas das dificuldades do professor no entendimento da metodologia e na sua utilização em sala de aula.

Em conversas não estruturadas com alguns dos professores participantes da pesquisa/curso, após 2 anos, foi possível perceber mudanças importantes. Os professores afirmaram que após passarem pela experiência, mesmo diante de algumas dificuldades que ainda persistem, não conseguem voltar a trabalhar como antes, de forma tradicional, baseada apenas nos livros didáticos/apostilas e no cumprimento linear do currículo de determinado ano. Nos relataram que sempre estão desenvolvendo alguma atividade de Modelagem. Isso, sem dúvida alguma, é um fator positivo, um avanço, mas o problema ainda persiste, o problema na adoção da Modelagem é que as atividades propostas sempre são pontuais, isto é, eventuais,

⁴AVA é a sigla utilizada para Ambiente Virtual de Aprendizagem e na pesquisa foi utilizada a Plataforma Moodle. MOODLE é o acrônimo de "Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment", um software livre, de apoio à aprendizagem, executado num ambiente virtual.

ocasionais, não se trabalhando de forma contínua e, com isso, não gerando mudanças significativas. Outro fato a ser mencionado é que em muitas ocasiões o trabalho com a Modelagem não é desenvolvido no período regular das atividades, e assim são, muitas vezes, desenvolvidos em contra turno. Com isso, tanto os professores como os estudantes encontram dificuldade em mudar sua cultura de ensinar e de aprender, preferindo a forma tradicional. Ademais, muitos professores apresentam dificuldades em romper com suas concepções já arraigadas por anos de prática.

Diversos estudos convergem para essas conclusões. Em sua tese de doutorado, Burak (1992) destaca os discursos dos professores que participaram de diversos projetos de Modelagem em sala de aula coordenados por ele. As conclusões apontam que os professores possuem consciência da crise existente no ensino e na aprendizagem da matemática, enfatizando em suas falas a desmotivação dos estudantes com um ensino fora da realidade. Os professores também admitem que estão desatualizados, tanto em relação às metodologias de ensino, quanto aos conteúdos. Há uma preocupação exagerada em relação ao planejamento e ao seu cumprimento; porém, pouca preocupação com a aprendizagem. Em suas falas, os professores reconhecem a importância da Modelagem, mas enfatizam a dificuldade de se trabalhar a metodologia frente à insegurança diante do novo. Reforçam também a necessidade de continuar o trabalho para adquirir experiência, segurança, confiança e a necessidade de acompanhamento.

Outro trabalho importante desenvolvido por Gazzetta (1989) descreve um curso *lato sensu* de Modelagem. Com base na análise da autora, em relação aos trabalhos finais dos professores, é possível notar a satisfação deles com a experiência da Modelagem, mas eles acharam que a experiência foi desenvolvida em pouco tempo, não dando possibilidade de maior familiaridade com a Modelagem.

Caldeira (1998) desenvolveu um curso com professores da rede pública municipal de ensino. Ele iniciou o curso por meio de palestras, de vídeos, de filmes, de apresentação de seminários, de discussões e de atividades de campo, trazendo uma discussão sobre as relações entre Educação Ambiental e Modelagem Matemática. Os professores se agruparam e escolheram os temas que gostariam de trabalhar. O autor informa que, dos dezoito professores que terminaram a primeira etapa do seu curso, apenas cinco se propuseram a trabalhar com seus estudantes. No entanto, afirma o autor, essa vontade não foi muito duradoura, pois, das cinco professoras que começaram a desenvolver atividades de Modelagem, apenas duas

desenvolveram-na até o final do processo. As restantes, após uma tentativa inicial, acabaram desistindo. Uma das desistentes afirmou que iria inserir em sua prática pedagógica o trabalho com os jogos e a outra preferiu voltar à forma tradicional de ensino.

Da análise de um relato, Klüber (2013) apresenta algumas considerações sobre o entendimento da noção de prática para a Modelagem Matemática na Educação Matemática. Os seus objetivos foram: 1) Trazer ao debate a noção de prática; 2) Relatar uma experiência vivida com a Modelagem; 3) Discutir algumas implicações sobre a Prática de Modelagem, retomando aspectos do relato. Em suas conclusões, o autor afirma que a prática da modelagem não pode estar destituída de uma orientação de base paradigmática que, por sua vez, pode ser desencadeadora de uma prática mais profícua.

Silveira e Caldeira (2012) desenvolveram uma pesquisa com objetivo de descrever e analisar os obstáculos e resistências de professores e futuros professores, egressos de cursos de formação, em desenvolver atividades relacionadas à Modelagem na Educação Matemática, em suas práticas docentes, conforme relatado em dissertações e teses. Para a obtenção dos dados, fizeram um recorte do trabalho de Silveira (2007), no qual se analisam 14 das 65 teses e dissertações sobre Modelagem, produzidas entre 1976 e 2005. Os autores concluíram que os professores cursistas apresentam algumas resistências à prática de sala de aula com a Modelagem, sendo que essas resistências se mostram nas relações do professor com o trabalho, com a escola, com o currículo, com os estudantes e suas famílias.

Como base nos autores citados, é possível constatar que a Modelagem conquistou espaço significativo no âmbito da Educação Matemática. A comunidade de Modelagem, constituída por autores e pesquisadores, conta com uma significativa produção em termos de artigos em periódicos, capítulos de livros, livros, eventos em caráter local, regional, estadual, nacional e internacional. Dentre esses eventos, podemos destacar o Encontro Paraense de Modelagem Matemática (EPAMM), o Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática (EPMEM), a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM) e, internacionalmente, temos a International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA). Além desses eventos específicos para Modelagem, os autores têm, ainda, a oportunidade de publicar seus resultados de pesquisas em diversos eventos da Educação Matemática, como o Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) e o Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática

(SIPEM), que possui um Grupo de Trabalho específico para as discussões das pesquisas em Modelagem.

Todavia, esse volume de produção em Modelagem, que é utilizado nos cursos de formação inicial e continuada dos professores, tem servido apenas para que o professor passe a enxergar a Modelagem como uma possibilidade metodológica viável para melhoria do ensino e da aprendizagem, entretanto; devido às dificuldades relatadas, ainda está longe da sua prática de sala de aula.

No sentido de aprofundar, para além da literatura, essa percepção, no primeiro semestre de 2015, realizamos uma pesquisa exploratória⁵ com professores de Matemática da rede pública de diversas escolas do Estado do Paraná. Um questionário foi enviado via Google Drive⁶, resultando em 87 respostas. Em sua maioria, são professores na faixa de 30 a 50 anos, com Licenciatura em Matemática, que atuam no ensino fundamental e médio. 65% possuem especialização e 15% mestrado. Mais de 60% são professores efetivos, 57% possuem entre 30 e 40 horas semanais e 22% mais de 40 horas. 96% conhecem as tendências metodológicas da Educação Matemática que se fazem presentes nas Diretrizes Curriculares de Matemática para a Educação Básica do Paraná, sendo que Resolução de Problemas e Modelagem apresentam maior índice de conhecimento e experiência.

Especificamente sobre o conhecimento de Modelagem, a grande maioria, 74%, respondeu que participou de um minicurso em um encontro de Educação Matemática ou fizeram uma disciplina na graduação ou pós-graduação. E sobre a experiência prática com a Modelagem, 17% nunca utilizou em suas aulas, 30% já utilizaram, mas foi uma experiência curta, sendo que alguns afirmaram que sentiram dificuldade e desistiram no meio do caminho. Do total, 14% seguem o livro didático e, de forma esporádica, desenvolvem uma atividade de Modelagem e 40% afirmam diversificar, utilizando, para tanto, o livro e várias experiências com jogos, resolução de problemas, atividades esporádicas de modelagem e uso de mídias.

Não se encontrou nenhum registro de algum professor que utilize a Modelagem de forma constante em sua prática. A resposta para a não utilização da Modelagem ou utilização esporádica por alguns confirmou o que já havíamos constatado na pesquisa de mestrado

⁵ A pesquisa exploratória encontra-se no anexo.

⁶ Google Drive é um serviço de armazenamento (em nuvem) e sincronização de arquivos. Abriga o Google Docs, que possui um leque de aplicações de produtividade, oferecendo a edição de documentos, folhas de cálculo, apresentações e questionários de pesquisas com respostas online.

FERREIRA, 2010b), ou seja, após rápida formação e prática pontual, o professor sozinho e inseguro acaba por desistir do trabalho com a Modelagem. O currículo linear ainda é um entrave, tanto no trabalho diário quanto nas concepções dos professores, que ainda acreditam na necessidade do trabalho linear do currículo. Parte dos professores assinalaram a falta de apoio das escolas e a falta de interesse por parte dos estudantes. Um número significativo, 33%, indicou falta de tempo para o trabalho com a Modelagem, pois a prática exige tempo do professor que precisa, por vezes, assumir um número excessivo de aulas. Por fim, uma parcela menor afirma que ainda prefere o ensino tradicional a experimentar novas possibilidades, especificamente em relação à Modelagem, pois acredita que a não abordagem de todos os conteúdos na respectiva série é prejudicial ao estudante.

Mesmo reconhecendo a importância de uma atividade pontual de Modelagem, não estamos convencidos de que tal ação seja o suficiente para a compreensão da Modelagem como metodologia e para a superação da insegurança do professor e dos estudantes. Dessa perspectiva, constatamos a clara necessidade de professores e de estudantes vivenciarem uma “nova prática”, um trabalho com a Modelagem de forma constante e mais aprofundada, que proporcione uma mudança efetiva em suas posturas e que possa apresentar resultados significativos.

Especificamente em relação à formação de professores, Kenski reforça “[...] a necessidade urgente de planejamento e implantação de propostas inovadoras para a formação de professores para todos os níveis de ensino” (KENSKI, 2015, p. 423). Podemos, então, afirmar que temos um objeto de pesquisa genuíno para a construção da tese, haja vista que a literatura levantada no âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e nos programas de Pós-Graduação em Educação Matemática ou Ensino de Matemática não se encontrou pesquisas com os aspectos desenvolvidos nesta investigação, ou seja, este enfoque é algo ainda não investigado no âmbito da comunidade. Em outras palavras, a formação de professores em Modelagem possui questões em aberto sobre a relação entre a pesquisa e a prática e o lugar da Modelagem na Formação Inicial e Continuada de professores de matemática (BARBOSA, 2001; TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014; BURAK, 1992; CALDEIRA, 2009; DIAS; ALMEIDA, 2004).

Essa apresentação da problemática de pesquisa cumpre o papel de indicar o lugar de nossa pesquisa e remete à caracterização do objeto de investigação, exposto na sequência.

O objeto e abordagem de investigação

No escopo dessa problemática e considerando a importância de avançar na produção e na adoção da Modelagem pelos professores, definimos como objeto de pesquisa a **Modelagem Matemática como eixo metodológico no ensino e na aprendizagem da matemática na prática dos professores**. Entendemos como “eixo metodológico” o fato de a Modelagem ser a principal metodologia trabalhada em sala de aula, sendo as outras⁷ apenas periféricas e que só vieram a agregar. Dizendo de outra forma, a Modelagem, nesta pesquisa e na prática dos professores no processo de ensino e de aprendizagem, foi um eixo de condução, sendo que a metodologia foi utilizada do primeiro ao último dia de aula durante o ano.

É importante ressaltar que esse objeto foi sendo construído durante a coleta de dados, dado que, pelo delineamento de pesquisa qualitativa escolhido e clarificado mais à frente em seção específica, o objeto de pesquisa pode sofrer alterações, sendo definitivamente elaborado à medida que a coleta dos dados se realiza.

Inicialmente, o nosso objeto de pesquisa era a **Modelagem Matemática como eixo metodológico no ensino e aprendizagem da matemática na prática do professor, na aprendizagem dos estudantes e no campo da Modelagem Matemática**. Não obstante, durante a coleta dos dados, devido à grande quantidade de informações, concluímos que não seria viável, neste momento, dedicar tempo e energia para olhar a prática do professor, a aprendizagem dos estudantes e o campo da Modelagem, pois correríamos o risco de superficializar cada um dos temas, fragilizando a pesquisa como um todo. Com base nos dados coletados, foi possível perceber que era a prática do professor que mais se aproximava da questão que queríamos responder com a pesquisa, assim, não iremos nos dedicar a aprendizagem dos estudantes e ao campo da Modelagem, ficando esses temas para futuros aprofundamentos.

Reforçando, para Deslauriers e Kérisit (2008), na pesquisa qualitativa, a construção do objeto de pesquisa se faz progressivamente, com o pesquisador focalizando sua atenção no objeto e delimitando gradativamente os contornos do seu problema. Isso porque o pesquisador qualitativo tenderá a construir seu objeto em contato com o campo e com os dados que ele coletará. De modo geral, o pesquisador colocará, primeiramente, questões gerais que ele

⁷Resolução de problemas; Mídias tecnológicas; Investigação matemática e História da matemática.

transformará em objeto mais específico, à medida que ele avançar em seus trabalhos. O processo de coleta dos dados e da análise obriga o pesquisador a vasculhar sistematicamente o campo de investigação para construir seu objeto. Esse movimento de “vai e vem” cadencia a cronologia do ato de pesquisa e constitui uma das principais características da pesquisa qualitativa.

Nesse sentido, a abordagem da pesquisa qualitativa, por sua configuração, caracteriza-se como a mais apropriada para o problema proposto. Esse tipo de pesquisa ajuda a identificar questões e a entender porque elas são importantes, bem como revela áreas de consenso, tanto positivas quanto negativas. Além disso, é especialmente útil em situações que envolvem o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas ideias.

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 e interpretar de que forma as pessoas, em um contexto particular, pensam e agem. Além do mais,

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 íntegra de documentos, correspondências. (ALVES-MAZZOTTI, 1998, p. 132).

A partir desse entendimento de pesquisa e da articulação com nosso objeto, chegamos ao ponto de podermos apresentar explicitamente o nosso problema ou questão de pesquisa, que continua focando o objeto inicialmente apresentado; porém, dirigindo-se, especificamente, à prática dos professores que assumiram a Modelagem como principal eixo metodológico.

A questão ou problema da investigação

No decorrer da pesquisa, observamos que investigar a prática do professor que conduz as atividades de Modelagem por tempo prolongado se constituía no principal núcleo de nossas inquietações, ainda que possamos olhar outras coisas, como a aprendizagem dos estudantes ou o campo da Modelagem. Todavia, nesse momento, interrogou-se especificamente:

O que se mostra da prática de professores de Matemática da Educação Básica, quando adotam predominantemente a Modelagem Matemática como eixo metodológico numa perspectiva assumida de Educação Matemática?

Aquilo que discurremos anteriormente, tanto em nível pessoal como da comunidade de pesquisa, revela que há uma lacuna em investigações sobre a prática de professores que adotam a Modelagem. Pelas características da literatura e do levantamento com os professores do Paraná, notamos que a Modelagem é uma atividade periférica e esporádica. Desse modo, consideramos relevante tomá-la, em termos do objeto de investigação e prática, como principal eixo para a condução de aulas de matemática, investigando aquilo que se mostra. E a pesquisa tem por objetivo apontar especificidades e dificuldades da prática do professor, que é: **compreender e teorizar sobre a prática do professor de Matemática, quando adota a Modelagem Matemática como principal eixo metodológico numa perspectiva de Educação Matemática.**

Estrutura da tese

A pergunta de pesquisa e o objetivo permitiram estruturar esta tese que, além dessa introdução, contará com mais três capítulos e as considerações finais.

O primeiro capítulo versará sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática e sua relevância para formação de professores de Matemática em Modelagem.

O segundo capítulo apresenta uma breve síntese e entendimentos sobre a formação inicial e continuada de professores em Modelagem Matemática na Educação Matemática, abordando a epistemologia de Ludwik Fleck, que consideramos pertinente ao avanço do esclarecimento de nosso objeto de pesquisa.

O terceiro capítulo descreve a metodologia empregada ao longo da pesquisa de campo. Defendemos nossa forma de conduzir a pesquisa, que é cooperativa e de trabalho colaborativo. Explicitamos os procedimentos e os instrumentos empregados para a coleta, bem como o contexto, descrevendo a organização dos dados para análise. Esses aspectos são harmonizados ao paradigma interpretativo e ao método indutivo de análise, numa abordagem mista.

O quarto capítulo será dedicado à análise e à interpretação dos dados de pesquisa, articulando a problemática levantada e o referencial teórico. Essa análise será conduzida à luz da interrogação apresentada e sob o auxílio das técnicas de análise apropriadas à categorização.

Por fim, apresentamos nossas considerações finais sobre o estudo, discorrendo sobre as dificuldades encontradas, refletindo sobre os alcances e limites da análise e interpretação.

CAPÍTULO 1

1 MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

*“Não tenho um caminho novo.
O que eu tenho de novo é um jeito de caminhar.”
Thiago de Melo*

Neste capítulo são apresentados aspectos da natureza que constitui a área de estudo denominada Educação Matemática, os quais são aspectos importantes que têm o objetivo de favorecer a compreensão de alguns modos de conceber a Educação Matemática e as tendências metodológicas que a ela se articulam, mais particularmente a Modelagem Matemática na Educação Matemática. Para Burak e Klüber (2008), é nessa perspectiva que as diferenças entre as concepções de Modelagem e a concepção de Modelagem Matemática na Educação Matemática se fazem notar.

Inicialmente, faz-se necessário tratar de elementos centrais de dois movimentos: o Movimento Matemática Moderna (MMM, doravante)⁸ e o Movimento Educação Matemática, capazes de possibilitar a compreensão das diferenças e implicações que decorrem das práticas e pesquisas envolvendo a Modelagem.

1.1 O MOVIMENTO MATEMÁTICA MODERNA

A partir de uma síntese de vários trabalhos, Henrique Guimarães aborda o início do MMM, considerando que

No período do pós-guerra e ao longo dos anos 50, em muitos países da Europa e também em países desenvolvidos do outro lado do Atlântico, muito em particular nos Estados Unidos da América, começou a tomar corpo a idéia de que se tornava necessário e urgente uma reforma no ensino da Matemática. Na verdade, durante toda

⁸ Doravante iremos utilizar MMM quando nos referirmos ao Movimento Matemática Moderna.

a década de 50, foram tendo lugar numerosas iniciativas e realizações, de natureza variada e com propósitos diversificados, que tinham em comum a intenção de modificar os currículos do ensino da Matemática visando a atualização dos temas matemáticos ensinados, bem como a introdução de novas reorganizações curriculares e de novos métodos de ensino. (GUIMARÃES, 2007, p. 21).

No Brasil, a introdução das ideias do MMM foi ampla e significativa. Formaram-se no país vários grupos cujo objetivo era preparar os professores para atuar em sintonia com as novas diretrizes do movimento. Desses grupos, um dos mais importantes foi o Grupo de Estudos do Ensino da Matemática – GEEM, fundado em São Paulo, em 1961, sob a liderança de Osvaldo Sangiorgi⁹ (MIORIM, 1998). O MMM era norteado por um de seus principais objetivos, integrar os campos da aritmética, da álgebra e da geometria no ensino, mediante a inserção de alguns elementos unificadores, tais como: a linguagem dos conjuntos, as estruturas algébricas e o estudo das relações e das funções.

Em relação aos professores, Soares (1996) destaca que emergiu a necessidade de um recrutamento mais amplo e menos seletivo de professores, em decorrência do crescimento da necessidade desses profissionais. Isso levou a uma intensificação do processo de depreciação da função docente, que se manifestou no rebaixamento salarial e na maior precariedade das condições de trabalho. Nesse momento, os professores precisavam de recursos que suavizassem as atribuições docentes, e uma das estratégias para isso foi “transferir” ao livro didático a “tarefa” de preparar aulas e exercícios. Observamos, então, um aumento da importância dos livros didáticos no ensino de todas as disciplinas escolares.

No caso específico da Matemática, Gomes (2012) destaca que

[...] muitas coleções de livros didáticos, publicados a partir de 1963, tiveram papel importantíssimo na disseminação do ideário modernista. Esses livros, fundamentados na organização estrutural dos conjuntos numéricos, na maior parte das vezes se iniciavam pela abordagem dos conjuntos, em que se evidenciava fortemente a presença da linguagem simbólica. Somente depois se focalizavam os conjuntos numéricos, na seguinte ordem: naturais, inteiros, racionais e reais, enfatizando a relação de inclusão de cada um deles naquele que o seguia. Na abordagem dos conjuntos numéricos, insistia-se nas propriedades estruturais das operações neles definidas, destacando-se, para a adição e a multiplicação, a associatividade, a comutatividade, os elementos neutro e inverso, a distributividade da multiplicação em relação à adição. (GOMES, 2012, p. 24).

⁹ Osvaldo Sangiorgi é professor de matemática e autor de livros didáticos da época do Movimento da Matemática Moderna no Brasil. É membro da Academia de Letras de Campos do Jordão. Ganhou o Prêmio Jabuti na categoria "Ciências Exatas", em 1964, pelo livro "Matemática Curso Moderno".

A geometria escolar, tendo assumido abordagens muito variadas nos livros, foi, de acordo com Miorim (2005), traduzida pelos autores em suas obras segundo suas próprias experiências pedagógicas e leituras das propostas modernistas. Pode se dizer; porém, que resultou dos modos de apropriação das ideias do movimento, em parte, a descaracterização da tradicional abordagem axiomático-dedutiva da geometria em favor da presença de uma abordagem eclética, na qual se tornou patente o abrandamento da exigência das demonstrações.

Segundo Gomes (2012), no final dos anos 70, surgem críticas ao MMM em muitos países. Pessoas de grande credibilidade entre os matemáticos como Morris Kline¹⁰, nos Estados Unidos, e René Thom¹¹, na França, posicionaram-se contra as propostas do movimento. A crítica repousa sobre a ênfase na Matemática pela Matemática, em seu formalismo e nos aspectos estruturais, assim como a preocupação excessiva com a linguagem e os símbolos.

Para Soares (2012), no Brasil, a crítica à Matemática Moderna e a discussão sobre seu fracasso no ensino, no final da década de 70 e início dos anos 80, fizeram parte de um contexto de renovação dos ideais educacionais. Em relação às propostas curriculares para a Matemática, no nível anteriormente chamado 1º grau, surgem alternativas ao ideário modernista, como a representada pelo documento oficial do estado de São Paulo que, em 1986, centrada em três grandes temas – números, medida e geometria – apresenta características opostas às prevalentes durante a predominância das concepções associadas à Matemática Moderna. Para Gomes,

Entre essas alternativas destacam-se a preocupação com uma abordagem histórica dos temas, a ênfase na compreensão dos conceitos, levando-se em conta o desenvolvimento dos estudantes, a acentuação na importância da geometria e a eliminação do destaque conferido aos conjuntos, à linguagem simbólica e ao rigor e a precisão na linguagem matemática. (GOMES, 2012, p. 26).

Nesse sentido, e tendo em vista os elementos e os princípios norteadores para o ensino e para a aprendizagem da Matemática, passamos a apresentar a seguir aspectos referentes à

¹⁰Morris Kline, professor da Universidade de Nova Iorque e historiador da Matemática norte-americano, publicou, em 1973, um livro em que expunha sua oposição radical ao ideário do Movimento da Matemática Moderna, intitulado *Why Johnny Can't Add: The Failure of the New Mathematics*, que foi editado no Brasil em 1976, com o título de o fracasso da Matemática Moderna.

¹¹René Thom, matemático francês, ganhador, em 1958, do mais importante prêmio internacional de Matemática, a medalha *Fields*, é o criador da Teoria das Catástrofes. Escreveu textos contra as ideias do Movimento da Matemática Moderna. Como exemplo, tem-se o artigo denominado Matemática “moderna”: um erro pedagógico e filosófico.

Educação Matemática presentes no debate atual, dando ênfase a seu aspecto mais relevante, ou seja, à constituição da sua natureza na perspectiva das Ciências Humanas e Sociais e também devido ao fato de estarmos desenvolvendo um trabalho com Modelagem Matemática que assume essa visão.

1.2 O MOVIMENTO EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

O Movimento Educação Matemática (MEM, de ora em diante)¹² teve como preocupações básicas iniciais as questões da Filosofia da Matemática e do ensino e da aprendizagem da Matemática (MIGUEL; GARNICA; IGLIORI; D'AMBROSIO, 2004). No Brasil, as repercussões do Movimento da Educação Matemática foram numa perspectiva de campo profissional e científico. Fiorentini e Lorenzato (2006) destacam três determinantes para o surgimento da Educação Matemática, na condição de campo profissional e científico, tendo como base o estudo de Kilpatrick (1992).

O primeiro fato, segundo os autores, é atribuído à preocupação dos professores de matemática e dos próprios matemáticos em socializar as ideias matemáticas com respeito à melhoria das aulas e atualização do currículo escolar da Matemática. O segundo fato é atribuído à iniciativa de algumas universidades, principalmente as europeias em promover a formação de professores secundários. O terceiro fato se refere aos estudos sobre como as crianças aprendiam Matemática.

Na mesma direção, segundo Kilpatrick (1996), a Educação Matemática, como campo profissional e domínio acadêmico, constituiu-se a partir de duas áreas no âmbito da academia, que se encontram nas práticas escolares como ensino e aprendizagem da Matemática, por ele se interessam e dele se ocupam: a Matemática e a Psicologia.

No Brasil, o surgimento do MEM teve início em meados no final dos anos 70 e durante a década de 80, ganhando contornos próprios se opondo ao MMM, que era uma mudança nas estruturas internas da Matemática, não preocupado com a aprendizagem, diferentemente do MEM, cuja preocupação era o ensino e a aprendizagem, além da Filosofia da Matemática. É

¹² Doravante utilizaremos MEM quando nos referirmos ao Movimento Educação Matemática.

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. De acordo com Fiorentini e Lorenzato,

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 do ensino fundamental e médio e, por isso, tenta promover uma educação *pela* matemática. (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p. 3).

Assim, destaca-se uma distinção entre ser matemático e ser educador matemático. O primeiro produz novos conhecimentos e ferramentas matemáticas para o desenvolvimento da matemática pura e aplicada; o segundo, por meio 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 dos estudantes e do professor (FIORENTINI; LORENZATO, 2006).

Os autores complementam ainda, a essas diferenças, o fato de a Matemática ser uma ciência milenar, sendo estruturada em bases lógicas bem definidas, enquanto a Educação Matemática¹³ é uma área emergente de estudos, recém nascida, não possuindo uma metodologia única de investigação. Pode-se dizer, ainda, segundo Burak e Klüber, que “[...] o *matemático* e o *educador matemático* têm concepções diferentes de educação, ensino, aprendizagem e do próprio objeto de ensino – a Matemática” (BURAK; KLÜBER, 2010, p.154).

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

¹³ Iremos utilizar EM quando nos referirmos a Educação Matemática.

precisam responder a 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 (2006), 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 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. (FIORENTINI; LORENZATO, 2006, p. 5).

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 (1980), representado por um Tetraedro, cujas faces podem ser designadas pela sigla MAPS, na qual M = Matemática, A = Filosofia, P = Psicologia e S = Sociologia. Esse modelo é um marco epistemológico que agrega a Matemática ao paradigma das Ciências Humanas e Sociais. Cada área corresponde a uma face do tetraedro e pela interação que essa figura expressa; essas, para Higginson, são necessárias e suficientes para definir a natureza da Educação Matemática.

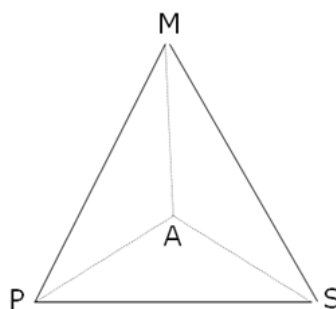


Figura 1 – Tetraedro de Higginson

Para Burak e Klüber,

Esse modelo, mesmo obsoleto em relação às áreas que podem compor a EM atualmente, contém uma ideia fundamental: a EM não pode ser reduzida à Matemática (tampouco pode ser constituída sem ela), portanto, constitui-se numa relação interdisciplinar entre as diferentes áreas. Cada uma das faces do tetraedro enseja uma questão: a Filosofia está no âmbito do “por que ensinar”? A Sociologia está no âmbito do “para quem ensinar”? A Psicologia no âmbito do “como e quando ensinar”? E a Matemática no âmbito do “o que ensinar”? (BURAK; KLÜBER, 2013, p. 290).

O modelo de Higginson pode ensejar leituras frágeis, podendo ocasionar um “esvaziamento” da Matemática, pelo motivo de o modelo geométrico favorecer apenas a Filosofia, a Sociologia e a Psicologia, ficando a Matemática em segundo plano, ou até mesmo desconsiderada em termos próprios de sua importância, conforme se façam as confluências entre as faces ou arestas. Por exemplo, a aresta AP, AS e PS confluem os interesses da Filosofia e Psicologia, da Filosofia e Sociologia e da Psicologia e Sociologia, sem necessariamente abordar a Matemática (BURAK; KLÜBER, 2010)

Na perspectiva da ampliação da discussão sobre a natureza da EM, Burak e Klüber (2008) propuseram uma ampliação do 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 ampliar e, em algum sentido, superar a perspectiva inicial do tetraedro. Essa ampliação, em relação às áreas que constituiriam os eixos da EM, em vista de ela ser dinâmica, já era aventada pelo próprio Higginson, em virtude dos aspectos de historicidade envolvidos na produção de qualquer área de conhecimento. Essa nova representação traz uma nova perspectiva para o entendimento da Educação Matemática. A figura 2, apresentada na sequência, representa, no entendimento dos autores, uma configuração mais atual da Educação Matemática:

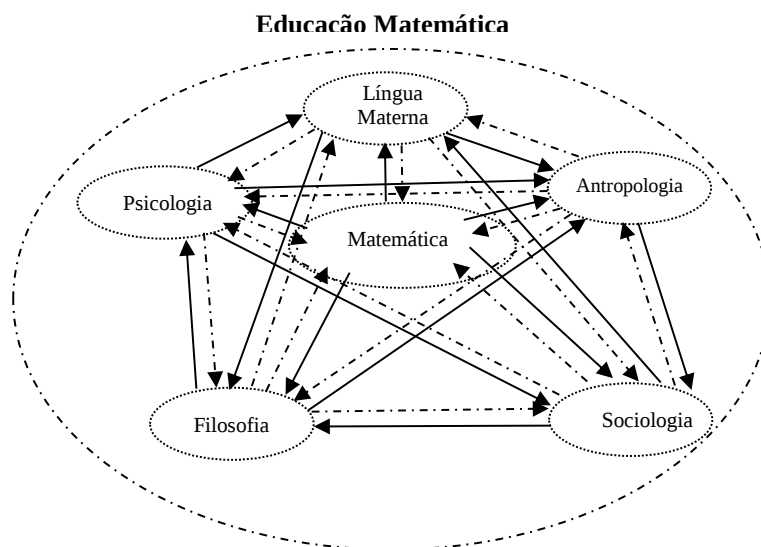


Figura 2 – Configuração da Educação Matemática
Fonte: Burak e Klüber (2008).

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. (BURAK; KLÜBER, 2008, p. 98).

Assim, 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).

Esses elementos se coadunam ao pensamento complexo de Edgar Morin¹⁴, no sentido que os fenômenos não são simplificados, mas compostos por emaranhados de informações. Não obstante, tal fator não deve afastar os pesquisadores, mas sim estimulá-los na pesquisa com a mente aberta e à procura sempre de novos desafios. O grande desafio do pensamento complexo não é como no pensamento simplificador a busca pela completude, mas sim poder estabelecer uma articulação entre os mais diversos campos de pesquisas e disciplinas (MORIN, 2007).

A explicitação sobre a EM e as suas diferenças, no tocante ao MMM, nos conduz discorrer sobre a concepção de Modelagem assumida para o desenvolvimento desta pesquisa. Assim sendo, as distintas percepções desses movimentos ensejam formas e modos distintos de ensinar matemática nos vários níveis da Educação.

1.3 O MODELO E A MODELAGEM MATEMÁTICA

Antes de tratar especificamente da Modelagem na Educação Matemática, faz-se necessário efetuar um esforço para compreender os conceitos de Modelo, de Modelagem Matemática e de Matemática Aplicada, os quais não possuem origem na Educação Matemática.

¹⁴Edgar Morin (Paris, 8 de julho 1921) é um antropólogo, sociólogo e filósofo francês. É pesquisador emérito do CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique). Formou-se em Direito, História e Geografia, realizou estudos em Filosofia, Sociologia e Epistemologia. É autor de mais de trinta livros, entre eles: O método (6 volumes), Introdução ao pensamento complexo, Ciência com consciência e Os sete saberes necessários para a educação do futuro.

Quando alguém ouve pela primeira vez o termo “modelagem”, normalmente associa esse termo ao trabalho com “massinhas de modelar”, que tem como objetivo representar em escala um objeto real. Dito de outro modo, o objeto trabalhado é um modelo que representa algo real, que pode ser um animal, uma pessoa ou um objeto qualquer. Essa ideia de modelo está presente em praticamente todas as áreas, na Engenharia, na Física, na Economia, nas Artes, na Moda, na Meteorologia, na Arquitetura e na Matemática (BIEMBENGUT; HEIN, 2005).

Os engenheiros e os arquitetos costumam construir modelos (maquetes), tanto para estudar os efeitos dos ventos e dos movimentos das águas nas estruturas, como a harmonia das construções. Os meteorologistas desenvolvem modelos com objetivo de previsão do tempo. Os economistas precisam dos modelos para maximizar lucros e minimizar custos de uma empresa ou país e prever riscos nos investimentos. Os físicos e astrônomos desenvolvem modelos para estudar a matéria e o movimento dos corpos celestes. E os matemáticos desenvolvem modelos para a própria Matemática e, também, para todas as áreas supracitadas.

Para Bassanezi (1999), na verdade, é consenso, há algum tempo, entre os vários profissionais citados, que as competências necessárias para desenvolver seus modelos estariam aliadas às competências em matemática. Segundo o autor, atualmente, esse padrão de pensamento está sendo aplicado às áreas de conhecimento como a física, a química, a biologia e outras propriamente ditas, isto é, a consistência de uma teoria ou sua própria validação, depende, em grande parte, de interpretação/explicação, em linguagem matemática. O autor afirma ainda que,

Quando procuramos agir/refletir sobre uma porção da realidade, na tentativa de explicar, compreender ou modificá-la, o processo usual é selecionar no sistema em estudo, argumentos ou parâmetros considerados essenciais, formalizando-os por meio de um processo artificial denominado modelo. (BASSANEZI, 1999, p. 11).

Os modelos matemáticos podem envolver uma matemática elementar, que resolvem problemas como: determinar a área de um terreno em forma retangular, calcular o volume de água de um reservatório esférico, encontrar o valor dos juros pagos em um financiamento, calcular o tempo para percorrer certa distância com velocidade constante. Porém, também encontramos problemas que necessitam de modelos e análises mais complexas, por conta das muitas variáveis envolvidas. Em muitos casos, os modelos iniciais são inadequados para atingir seus objetivos e devem-se tentar caminhos que permitem construir outros melhores, pois o modelo nunca encerra uma verdade definitiva é sempre uma aproximação da realidade

analisada e, portanto, sujeito a mudanças. Esse processo dinâmico de busca a modelos adequados é o que, segundo Bassanezi (1999), convencionou-se chamar de *Modelagem Matemática*.

Para Biembengut e Hein, sob certa óptica,

a Modelagem Matemática, pode ser considerada um processo artístico, visto que, para se elaborar um modelo, além de conhecimento de matemática, o modelador precisa ter uma dose significativa de intuição e criatividade para interpretar o contexto, saber discernir que conteúdo matemático melhor se adapta e também ter senso lúdico para jogar com as variáveis envolvidas. (BIEMBENGUT; HEIN, 2003, p.12).

Do exposto, é possível depreender que criar modelos matemáticos para resolver problemas é um processo praticado desde os tempos mais remotos. Para Biembengut e Hein, “a modelagem é tão antiga quanto a própria matemática, surgindo de aplicações na rotina diária dos povos antigos” (BIEMBENGUT; HEIN, 2003, p.8).

No século V a.C., por exemplo, os egípcios, segundo o historiador grego Heródoto¹⁵, usavam conceitos de geometria plana para que, após as enchentes do rio Nilo, os agrimensores determinassem a redução sofrida pelo terreno, passando o proprietário a pagar um tributo proporcional ao que restara. Eventos como esse, em que se usa Matemática como ferramenta na solução de algum problema do cotidiano, são comuns na história antiga da Matemática e fazem alusão à construção de Modelos Matemáticos.

Outro exemplo da antiguidade é o tratado *Sobre os Corpos Flutuantes*, no qual se encontra o que hoje conhecemos como Teorema ou Princípio de Arquimedes¹⁶. Nesse trabalho, ele afirma que “todo corpo mergulhado em um fluido recebe um empuxo, de baixo para cima, igual ao peso do volume do fluido deslocado”. Nesse tratado, Arquimedes, “começando com um simples postulado, sobre a natureza da pressão dos fluidos, obtém resultados muito profundos” (BOYER, 1996, p. 84).

São inúmeros modelos importantes que poderíamos citar, trabalhos desenvolvidos pelos Babilônicos (2000 a.C.), Ptolomeu (sec. II), Newton (sec. XVII), Einstein (sec. XX). Nesse sentido, é razoável admitir a presença de Modelos Matemáticos ao longo da história da Humanidade, ainda que não fossem assim denominados em cada período.

¹⁵Heródoto viveu no século V a.C. e é considerado o Pai da História.

¹⁶Arquimedes nasceu em 287 a.C. na cidade de Siracusa, Sicília. É considerado o maior matemático da Antiguidade.

É importante destacar que a Modelagem, em muitos casos, não se preocupa apenas em elaborar modelos para um caso particular, mas também tem a preocupação de oferecer suporte para outras aplicações e teorias. Como exemplo, podemos citar *O Problema das Pontes de Königsberg*, resolvido pelo matemático Leonhad Euler. Ao elevar a charada matemática a um grau de problema de matemática, Euler, como de costume, não se contentou em simplesmente resolvê-lo, deu também um rigor à solução. Rigor em matemática relaciona-se com definições, postulados ou axiomas e, principalmente, com teoremas. O resultado, formulado nos dias atuais com maior elegância, é conhecido como Teorema de Euler e é considerado como marco inicial da Teoria dos Grafos (SILVEIRA, 2013).

1.4 A MATEMÁTICA APLICADA

Para Bassanezi (2002), a ciência é uma atividade essencialmente desenvolvida pelo ser humano, que procura entender a natureza por meio de teorias adequadas; ainda que a natureza continue existindo e funcionando independente das teorias científicas, o homem utiliza tais teorias para avançar seus conhecimentos, que possibilitam, num futuro, tomar decisões e agir corretamente.

Para entender e explicar a realidade, a ciência depende de codificações e símbolos utilizados pela matemática. Com exceção das ciências físicas, que foram valorizadas e evoluíram respaldadas por teorias formuladas com o auxílio da Matemática, as outras ciências (biologia, economia, química, psicologia etc.), segundo o autor supracitado, via de regra, usavam apenas a linguagem comum para exprimir as ideias, o que geralmente resultava em falta de clareza e imprecisão. A matemática vinha em auxílio dessas ciências, apenas na análise superficial dos resultados de pesquisas empíricas. O autor assevera ainda:

Quando se propõe analisar um fato ou uma situação real cientificamente, isto é, com o propósito de substituir a visão ingênua desta realidade, por uma postura crítica e mais abrangente, deve-se procurar uma linguagem adequada que facilite e racionalize o pensamento. (BASSANEZI, 2002, p. 18).

Para a matemática ser vista como um instrumento capaz de responder a essa questão, que facilite e racionalize o pensamento concebido em situações empíricas, ou seja, em fatos naturais e sociais, ela deve ter como objetivo fundamental a extração da parte essencial da situação-problema e formalizá-la em um modelo matemático. A aplicação adequada da

matemática nas ciências deve aliar de maneira equilibrada a abstração e a formalização. Esse procedimento construtivo conduz ao que se convencionou chamar de Matemática Aplicada.

Essa é uma visão que condiciona concepções de Modelagem; porém, não parece ser suficiente quando as preocupações estão dirigidas à Educação Matemática. Assim, passamos a discorrer sobre Modelagem na Educação Matemática.

1.5 A MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: PRIMEIRAS APROXIMAÇÕES

Na Educação Matemática, a Modelagem é a mais recente. Seus primeiros indicativos aparecem em 1958, nos textos publicados em congressos nos Estados Unidos; contudo, sem o uso do referido termo. O debate e a sua tradução para a Educação Matemática ganharam força em 1960, com o Movimento — Utilitarista, definido como “aplicação prática dos conhecimentos matemáticos para a ciência e a sociedade” (BIEMBENGUT, 2009, p. 8). Os eventos realizados nessa perspectiva impulsionaram a formação de grupos de pesquisadores. As pesquisas buscavam maneiras de ensinar matemática de modo que propiciassem ao estudante a aquisição da capacidade de matematizar e modelar problemas oriundos de situações da realidade.

Conforme os pesquisadores, a aquisição dessas capacidades ajudaria os discentes a perceber a utilidade dos conhecimentos matemáticos. Sob as influências dos grupos de pesquisadores, liderados por Freudenthal (Holanda) e Boss e Niss (Dinamarca), foi realizado um congresso em Roskilde, no ano de 1978, com o tema Matemática e Realidade. Tal evento contribuiu para a consolidação, em 1983, do *The International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications* – ICTMA. Desde então, a Modelagem ganha força e adeptos em diversos países.

Os movimentos internacionais influenciaram o Brasil e, no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, alguns professores iniciaram pesquisas e debates sobre as dificuldades de domínio e aplicação dos conteúdos matemáticos em situações mais próximas da vivência do estudante. A partir desses estudos, emergiu a linha de pesquisa em Modelagem. Inicialmente, a preocupação era com a orientação da concomitância entre a produção de um modelo matemático e ensinar matemática. Dentre os precursores dessa linha de pesquisa, citamos: Aristides C. Barreto e Rodney C. Bassanezi (BIEMBENGUT, 2009).

Essas primeiras iniciativas com o trabalho da Modelagem deram início a uma das perspectivas que até os dias de hoje está sendo desenvolvida no Brasil, a Modelagem Matemática na perspectiva da Matemática Aplicada. No entanto, desde essa primeira inserção, ocorreram modificações, pois as preocupações com a aprendizagem da matemática, notadamente, na educação básica, persistiam. As discussões que se faziam prosperaram com o surgimento de Programas de Pós Graduação que tinham como foco o processo de ensino e de aprendizagem e um dos pioneiros foi o Programa de Pós Graduação em Ensino de Matemática na Universidade Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Rio Claro/SP, que teve influências no desenvolvimento e consolidação de algumas das atuais tendências em Educação Matemática, entre elas da Modelagem Matemática na Educação Matemática, que se faz necessário explicar.

1.6 MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

No contexto dessa preocupação, com o ensino e a aprendizagem da Matemática, diversas tendências metodológicas para o ensino de Matemática, entre elas a Modelagem, pressupõem que o ensino e a aprendizagem da Matemática sejam potencializados a partir de situações do cotidiano.

Dentre as várias perspectivas de Modelagem temos a que se refere à transposição do método da Matemática Aplicada para o Ensino de Matemática, segundo Rodney Carlos Bassanezi¹⁷ (2002), a Modelagem é “a arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (BASSANEZI, 2002, p.16). Nessa perspectiva, o autor entende que sempre se faz necessária a formulação de um Modelo Matemático. A Modelagem, nessa 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).

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.

¹⁷ 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.

Na resolução, efetua-se 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 ser 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, “a modelagem eficiente permite fazer previsões, tomar decisões, explicar, entender; enfim participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças” (BASSANEZI, 2002, p. 31).

Outra perspectiva considera a Modelagem como um ambiente de aprendizagem, sendo concebida por Jonei Cerqueira Barbosa¹⁸ (2001) como

Uma oportunidade dos estudantes 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 estudantes nem sempre têm conhecimento matemático suficiente para tal atividade. (BARBOSA, 2001, p. 5).

Sobre isso, Barbosa afirma: “À medida que não compreendo as atividades de Modelagem contendo encaminhamentos e fins *a priori*, sustento que os alunos podem investigar matematicamente uma dada situação, sem necessariamente construir um modelo matemático” (BARBOSA, 2001a, p. 36).

Nesse sentido, Barbosa, 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).

Esclarece, também, que o seu aporte teórico é a corrente de Modelagem que é denominada de *sócio crítica*. Barbosa afirma ainda que as “atividades buscam abranger o conhecimento de matemática, de modelagem e reflexivo” (BARBOSA, 2001a, p. 29). Portanto,

¹⁸ Prof. Dr. Jonei Cerqueira Barbosa, é professor adjunto do Departamento II da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia. É professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFBA e no Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da UFBA/UEFS. Possui doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP – Rio Claro, no ano de 2001.

destaca-se a necessidade de aceitação do convite por parte dos estudantes em 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 essas 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 estudantes em ricas discussões, inclusive não matemáticas. As situações de semirrealidades são ‘construídas’, por isso não tratam de uma realidade em si, porque são artificiais.

Uma terceira perspectiva vem sendo construída ao longo de aproximadamente três décadas, por Dionísio Burak¹⁹, cuja preocupação está centrada no processo de ensino e de aprendizagem da Matemática na Educação Básica. Tratando das concepções, Burak diz que “a Modelagem Matemática é um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões” (BURAK, 1992, p. 62).

Segundo Burak (2010), o entendimento de Modelagem, nessa concepção, é a visão assumida a partir de um entendimento de Educação Matemática, que contempla as Ciências Humanas e Sociais. Dessa forma, o autor considera o porquê de se ensinar Matemática, e mais, o porquê de se ensinar mediado pela Modelagem. A visão de que tipo de “homem” que se pretende formar para enfrentar os desafios do século XXI é uma questão que tem a ver com a forma de se ensinar e com o que se espera com essa a forma de se ensinar. Essa questão provoca e invoca algumas respostas: deseja-se um cidadão que desenvolva a autonomia, que seja crítico, capaz de trabalhar em grupo, capaz de tomar decisões diante das situações do cotidiano, da sua vida familiar, da sua vida profissional, ou de sua condição de cidadão. Essas respostas podem ser alcançadas com a adoção de uma metodologia que leve em consideração uma nova perspectiva, que contemple um novo modelo de racionalidade, mais amplo, capaz de se alinhar às mudanças que se impõem.

Para o desenvolvimento da Modelagem, o autor enfatiza dois pressupostos: 1) o interesse do grupo e 2) a obtenção de informações e dados do ambiente no qual se encontra o interesse do grupo. Esses pressupostos têm embasamento na experiência de cunho

¹⁹ Prof. Dr. Dionísio Burak é professor titular na Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO – PR, com dissertação de mestrado na área de Educação Matemática sobre Modelagem Matemática na UNESP – Rio Claro, 1987, e tese de doutoramento na área de Educação também sobre Modelagem Matemática no ano de 1992, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP - SP.

antropológico e nas teorias construtivistas, interacionistas e de aprendizagem significativa (BURAK, 2004). Por esses motivos, existe a possibilidade do estudante trabalhar com entusiasmo e perseverança, formando atitudes positivas em relação à Matemática, ou seja, pode despertar nele o gosto pela área.

O desenvolvimento de uma atividade de Modelagem, na perspectiva de Burak (2004), sugere cinco etapas: I) escolha do tema; II) pesquisa exploratória; III) levantamento dos problemas; IV) resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; V) análise crítica das soluções. Para Burak (2010),

Cada uma das etapas pode sofrer alterações, portanto não se trata de etapas rígidas. Elas expressam o resultado dos encaminhamentos que se sucederam do trabalho realizado no âmbito da Educação Básica, em mais de 80 cursos. Essas etapas apresentam diferentes encaminhamentos em relação às etapas mais clássicas do trabalho da Modelagem, quando utilizado na perspectiva da Matemática Aplicada, ou seja: o problema, a fase exploratória, a construção do modelo, validação do modelo e análise e interpretação dos resultados. (BURAK, 2010, p. 19).

Nesse sentido, entendemos que o detalhamento das etapas propostas por Burak (2010) revela uma síntese esclarecedora para encaminhamentos das atividades de Modelagem em sala de aula.

I) A escolha do tema:

A escolha de um tema para ser desenvolvido em Modelagem Matemática, na perspectiva assumida, parte do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos. Esses temas são inicialmente colocados pelos estudantes, segundo o interesse que manifestam, pela curiosidade ou mesmo para a resolução de uma situação-problema. Quando a escolha recai sobre mais de um tema, e o professor ainda, sem experiência preferir trabalhar com apenas um tema pode combinar de tratar um, depois outro e assim por diante. Entretanto, se o professor já tiver vivenciado algumas experiências com a Modelagem pode trabalhar com mais de um tema. Os temas inicialmente podem não ter nada de matemática e, muitas vezes os estudantes não têm muita noção do que realmente com o tema. O fato de um tema inicialmente não ter aparentemente muito a ver com a Matemática pode despertar no professor alguma “ansiedade”, algum temor por suscitar dúvida se há matemática no tema e ainda, qual matemática poderá ser desenvolvida? Essas questões realmente fazem parte do cotidiano escolar, principalmente nas escolas que têm como meta o cumprimento de um programa com determinados conteúdos matemáticos. (BURAK, 2010, p. 19).

II) A Pesquisa Exploratória:

A pesquisa exploratória é uma etapa que acontece de forma natural, [...] pelo desejo de se conhecer mais e melhor o tema escolhido. Conhecer mais sobre o tema, buscar informações no local onde se localiza o interesse do grupo de pessoas envolvidas,

além de se constituir em uma das premissas para o trabalho nessa visão de Modelagem é uma etapa importante na formação de um estudante mais crítico. Entendemos que para conhecer melhor algum objeto ou alguma coisa precisa se organizar, saber o que e como enunciar questões que produzam respostas às questões. Essa etapa possibilita a formação de um estudante mais atento, mais sensível às questões do seu objeto de estudo. (BURAK, 2010, p. 21).

III) O Levantamento dos problemas:

Os dados coletados na pesquisa exploratória dão sustentação à etapa de levantamento do problema ou dos problemas relativos ao tema. O papel de professor na qualidade de mediador é de importância fundamental no trabalho com a Modelagem, pois esse é o momento em que se pode contribuir de forma significativa com o estudante no desenvolvimento de sua autonomia, na formação de um espírito crítico. É uma etapa, em que a ação e a qualidade dessa ação, por parte do aluno, se fazem notar e podem se constituir em diferencial educativo. É a etapa em que se inicia a ação matemática, propriamente dita, pois é o início do levantamento dos problemas, como resultado da pesquisa exploratória. Mesmo quando mencionamos que se pode partir de uma situação-problema é preciso buscar e coletar dados. Construir no estudante a capacidade de levantar e propor problemas, advindos dos dados coletados e mediada pelo professor é, sem dúvida, um privilégio educativo. Constitui-se nos primeiros passos para desenvolver no estudante a capacidade cidadã de traduzir e transformar situações do cotidiano em situações matemáticas, para quantificar uma situação e nas ciências sociais e humanas buscar as soluções que muitas vezes não são matemáticas, mais de atitudes e comportamento. O desenvolvimento da autonomia do estudante perpassa pela liberdade de conjecturar, construir hipóteses, analisar as situações e tomar decisões. O levantamento de problemas é ainda, uma ação cognitiva por excelência, porque é resultado de um encadeamento que promove a intuição e lógica. (BURAK, 2010 p. 21).

IV) Resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema:

A resolução do(s) problema(s) confere à Modelagem Matemática a etapa em que se faz uso de todo o ferramental matemático disponível. Na resolução de um problema ou de uma situação-problema, os conteúdos matemáticos ganham importância e significado. As operações, as propriedades e, os diversos campos da matemática que se fazem presentes nessa etapa, sem dúvida atribuem significados aos conteúdos matemáticos. Pode acontecer que para a resolução de um problema, o conteúdo necessário à sua resolução, ainda não tenha sido trabalhado pelo aluno, então é um momento importante para que o professor, na condição de mediador favoreça ao estudante a construção desse conhecimento. É um trabalho importante do professor seja no trabalho de formação dos conceitos, orientando a busca de conteúdo no livro texto, seja criando alternativas que permitam ao estudante buscar uma solução para o problema. Muitas vezes, pode-se valer das situações empíricas para os primeiros resultados e, as primeiras aproximações e mais tarde, ou mesmo, já na sequência, desenvolver o conteúdo de forma analítica, com algum alguma formalização matemática. Outro aspecto positivo e significativo para o estudante é a perspectiva de resolução dos problemas, diferente da forma encontrada na maioria dos livros textos. No contexto a resolução de problemas ganha contornos e significados diferentes, a forma ou maneira usual de se resolver problemas: 1) os problemas são elaborados a partir dos dados coletados em campo; 2) prioriza a ação do estudante na elaboração; 3) parte sempre de uma situação contextualizada; 4) favorece a criatividade; 5) confere

maior significado ao conteúdo matemático usado na resolução; 6) favorece a tomada de decisão. (BURAK, 2010, p. 22).

V) Análise crítica da(s) solução(ões):

Esta etapa da Modelagem é um momento muito rico e especial para analisar e discutir a solução ou as soluções encontradas. É um momento em que se fazem as considerações e análise das hipóteses consideradas na etapa de levantamento dos problemas. Possibilita tanto o aprofundamento de aspectos matemáticos como dos aspectos não matemáticos envolvidos no tema. Sob o aspecto da matemática pode-se analisar a coerência e a consistência lógica da solução ou das soluções encontradas. É uma etapa em que se discute com o grupo ou grupos os cuidados com a linguagem, com as restrições que se fazem necessárias em muitas ocasiões. É também nessa etapa em se fazem algumas justificativas, alguns procedimentos mais particulares. Também é um momento propício para se mostrar e, comentar as soluções empíricas e as mais formais, pois, muitas vezes, nessa fase de escolaridade se parte do empírico para o formal. Mostra-se a importância de alguma formalização, de justificativa de procedimentos, enfim é um momento de interação entre os grupos, de trocas de ideias e de reflexões. Esses são momentos importantes no espaço educativo que devem merecer a atenção, pois são importantes para a faixa etária, principalmente aquela dos estudantes da Educação Básica. (BURAK, 2010, p. 22).

Dentre as concepções de Modelagem descritas, estamos assumindo aquela proposta por Burak. A escolha dessa concepção se dá por manter relações com os objetivos propostos para esta investigação e pelo fato de que nela a Modelagem vem ao encontro das expectativas dos participantes das atividades, por conferir sentido ao que o educando 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, com perspectiva de aprendizagem da Matemática, principalmente no âmbito da Educação Básica. Esse fato favorece a reconfiguração da Modelagem como uma metodologia fundamentada em teorias cognitivas de ensino e de aprendizagem e uma visão de ciência que leva em consideração os paradigmas da Pós-Modernidade, no entendimento de Santos (2006), do Conhecimento Complexo, conforme entendimento de Morin (2006), além da natureza da Educação Matemática, aspectos estes que a diferenciam de outras concepções.

Após realizarmos uma discussão ampla sobre Modelagem, no próximo capítulo, o foco repousa sobre a temática da formação de professores e estilo de pensamento.

CAPÍTULO 2

FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES EM MODELAGEM MATEMÁTICA E ESTILOS DE PENSAMENTO: UMA APROXIMAÇÃO

Considerando o nosso objeto de pesquisa – a prática dos professores de matemática quando assumem a modelagem matemática como eixo metodológico –, compreendemos que é relevante aprofundar aspectos da formação continuada de professores, articulando-os à epistemologia de Ludwik Fleck²⁰, que pode elucidar os modos da forma de pensar e agir dos professores. Apresentamos, então, uma breve discussão sobre a formação inicial e continuada de professores de modo geral, alguns modelos de formação de professores, uma síntese da epistemologia de Fleck, a formação de professores de matemática em Modelagem articulada a alguns dos principais conceitos da epistemologia de Fleck, principalmente sobre o conceito de estilo de pensamento.

2.1 A FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DOS PROFESSORES

Frente às exigências que são colocadas para a Educação Básica, a formação de professores assume um papel cada vez mais importante. A formação inicial e continuada de professores possui um papel de destaque cada vez mais forte na educação brasileira neste início de século. Diversos autores, como Gatti (2008), Tardif (2012); Imbernón (2001); Oliveira-Formosinho (2009); Schön (2000); Freire (2001); Nóvoa (1992); Martins (2002); Garcia (1999), têm se dedicado nos últimos anos a investigar e a publicar o tema.

Para Gatti (2008),

Pesquisar aspectos ligados aos cursos formadores de professores, aspectos relativos aos planos de carreira e salários, formação continuada e condições de trabalho nas escolas tornou-se importante e necessário para se conseguir lutar por mudanças que sejam essenciais e bem fundamentadas. (GATTI, 2008, p. 96).

²⁰Ludwik Fleck (1886-1961) foi um renomado médico polonês na área de Sorologia. Entretanto, ficou conhecido recentemente como epistemólogo da ciência e sua principal obra nesta área é “A gênese e o desenvolvimento de um fato científico” que foi publicada pela primeira vez em 1935. As ideias essenciais da epistemologia de Fleck são: Estilos de Pensamento, Coletivos de Pensamento e Circulação de Ideias.

Em relação à formação inicial dos professores, sem dúvida alguma, essa merece atenção especial, pois,

O problema na formação inicial começa na seleção dos alunos pelos cursos de licenciatura, pois esses cursos não conseguem selecionar bem os candidatos que aspiram a 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. (FERREIRA, 2010, p. 39).

Outra questão importante é o fato de a carreira docente ser menos atrativa pela falta de status e reconhecimento social em nosso país. Nesse sentido, é relativamente fácil identificar nos primeiros anos dos cursos de licenciatura os estudantes que fizeram a escolha com base na baixa concorrência do curso e não porque possuem inclinação ou aptidão para estudar e ensinar Matemática.

Para Gatti (2008),

A formação de professores no país atualmente ainda sofre, primeiro, os impactos do crescimento rápido das redes públicas e privada de Ensino Fundamental, e das improvisações que foram necessárias para que as escolas funcionassem, o que criou a representação que formar professor pode ser um processo rápido e aligeirado. E, segundo, das consequências advindas da adoção do modelo chamado de "3+1": bacharelado em área disciplinar mais apenas um ano de formação em educação para obtenção de licenciatura, o que permitiria ao profissional lecionar em escolas. Este modelo traz o problema de se centrar o perfil de formação quase somente no conhecimento disciplinar específico (biólogo, físico, químico, linguista etc.) e não na formação de um professor para a educação básica, onde deverá trabalhar com crianças e adolescentes em desenvolvimento. E consagra também a fragmentação em cursos isolados entre si para a formação de docentes. (GATTI, 2008, p. 96).

Todavia, a formação inicial dos professores é um componente da estratégia de desenvolvimento profissional do professor. Concordamos com Garcia (1999) quando afirma que

O conceito “desenvolvimento” tem uma conotação de evolução e continuidade que nos parece superar a tradicional justaposição entre formação inicial e aperfeiçoamento dos professores. Por outro lado, o conceito “desenvolvimento profissional dos professores” pressupõe uma abordagem na formação de professores que valorize o seu caráter contextual, organizacional e orientado para mudança. Esta abordagem apresenta uma forma de implicação e de resolução de problemas escolares a partir de uma perspectiva que supera a caráter tradicionalmente individualista das atividades de aperfeiçoamento dos professores. (GARCIA, 1999, p. 137).

Esse desenvolvimento profissional também perpassa o momento da formação continuada, na qual se situa o nosso objeto de pesquisa, ou seja, a formação continuada dos professores de Matemática em Modelagem Matemática na Educação Matemática.

Com os problemas apresentados em relação à formação inicial, a formação continuada vem apresentando um papel de destaque nas discussões das políticas públicas para educação. Oliveira-Formosinho (2009) afirma apenas que:

Não se pode reduzir o conceito de desenvolvimento profissional a cursos informativos que não têm relação com as necessidades individuais do professor. O desenvolvimento profissional é um processo mais vivencial e mais integrador do que a formação contínua. Não é um processo puramente individual, mas em contexto. (OLIVEIRA-FORMOSINHO, 2009, p. 225).

Sobre o desenvolvimento profissional dos professores, a autora reforça ainda que,

Desenvolvimento profissional é definido como um processo contínuo de melhoria das práticas docentes, centrado no professor, ou em um grupo de professores em interação, incluindo momentos formais e não formais, com a preocupação de promover mudanças educativas em benefício dos alunos, das famílias e das comunidades. (OLIVEIRA-FORMOSINHO, 2009, p. 226).

Assim, a formação continuada deve ser permanente e constante, não reduzida a momentos pontuais. Deve ser um processo que acompanhe o professor em toda a sua trajetória profissional e deve considerar as necessidades do professor e a sua participação na formação.

Nesse contexto, Garcia (1999) apresenta cinco modelos de formação de professores: o baseado na reflexão, o baseado na autonomia, o baseado no desenvolvimento curricular e organizacional, o baseado no treino e o baseado na investigação. Para este estudo, destacamos o modelo reflexivo e autônomo, visto serem mais adequados ao nosso objeto de investigação e possuírem características que podem favorecer à adoção da Modelagem pelos professores.

2.2 O MODELO BASEADO NA PRÁTICA REFLEXIVA

Na educação brasileira, dentre as diferentes tendências da formação continuada de professores, a prática reflexiva vem sendo apontada pelos diferentes estudos como a orientação mais adequada (SILVA; ARAÚJO, 2004). Assim, apesar das sutis diferenças, ela é pesquisada e estudada por diferentes teóricos (SHÖN, 2000; FREIRE, 2001; PERRENOUD, 2002; IMBERNÓN, 2001; ALARÇÃO, 2003; GARCIA, 1999).

De modo geral, quando se assume o processo reflexivo, abandona-se o conceito de formação docente como um processo de atualização que se dá apenas por meio da aquisição de informações descontextualizadas da prática educativa do professor, para adotar um conceito de formação que consiste em construir conhecimentos e teorias sobre a prática docente, a partir da reflexão crítica (IMBERNÓN, 2001). Conforme pontua Imbernón,

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 auto avaliação 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).

Esse aspecto foi contemplado ao longo de nossa investigação, por meio dos diários reflexivos dos professores participantes, do acompanhamento e da discussão estabelecida com o pesquisador.

Schön (2000) afirma que é possível sistematizar as operações que envolvem o modelo reflexivo a partir de quatro conceitos: 1) o conhecimento na ação; 2) a reflexão na ação; 3) a reflexão sobre a ação; e a 4) reflexão para a ação. Aqui se entende por ação toda a atividade profissional do professor.

A reflexão para a ação é desencadeada antes da realização da ação pedagógica, por meio da tomada de decisões no momento do planejamento da ação que será desenvolvida. Esse aspecto foi contemplado durante as horas-atividade dos professores. O pesquisador discutia com os professores as ações a serem tomadas nas próximas aulas, desde o encaminhamento da metodologia de Modelagem até outros pontos da ação didática, do ensino do conteúdo e até mesmo da avaliação.

O conhecimento na ação é o conjunto de saberes interiorizados (conceitos, teorias, crenças, valores e procedimentos) que são adquiridos pela experiência e atividade intelectual, mobilizados de forma inconsciente e mecânica nas ações cotidianas do professor, em situações reais do exercício profissional. Esses conhecimentos foram mobilizados e externados pelos professores ao longo de toda a investigação. E em nossas análises indicamos a maneira como esses conhecimentos foram afetados, dando indícios de mudança de estilo de pensamento.

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. Cabe ressaltar que, a reflexão realizada sobre a ação e para a ação é de fundamental importância, pois pode ser utilizada como estratégia para potencializar a reflexão na ação. Esse aspecto foi amplamente enfatizado ao longo de todo o processo formativo, pois os professores envolvidos realizaram atividades de modelagem com os estudantes, planejaram as atividades individualmente e em parceria com o pesquisador, o qual também atuou conjuntamente com os docentes. Dessa prática, resultaram reflexões no momento das atividades e também posteriormente, o que remete à reflexão sobre a ação.

A reflexão sobre a ação é aquela desencadeada após a realização da ação pedagógica sobre essa ação e o conhecimento implícito nessa ação. Nesse momento, também poderá ser realizada a reflexão sobre a reflexão realizada durante a ação. Esse aspecto foi contemplado com a realização de encontro do pesquisador com os professores, semanalmente, após a realização das atividades, com vistas a compreender o processo e refletir sobre ele. Avaliava-se, por exemplo, os pontos mais relevantes do planejamento e da ação.

A postura reflexiva, desse modo, não requer apenas do professor o saber-fazer, mas que ele possa saber explicar de forma consciente a sua prática e as decisões tomadas sobre ela, bem como perceber se essas decisões são as melhores para favorecer a aprendizagem. Garcia reforça que “[...] qualquer estratégia que pretenda proporcionar a reflexão consiste em desenvolver nos professores competências metacognitivas que lhes permitam conhecer, analisar, avaliar e questionar a sua própria prática docente, assim como os substratos éticos e de valor a ela subjacentes ” (GARCIA, 1999, p.153).

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 se constituir na orientação prioritária para a formação continuada dos professores que buscam a transformação por meio de sua prática educativa.

Com base nessa compreensão do conceito de reflexão, Freire (2001) 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. Para Freire,

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 o autor, o homem é um ser inconcluso e deve ser consciente de sua inconclusão, por meio 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 falto 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).

Dessa forma, não basta refletir sobre a prática pedagógica docente; é preciso refletir criticamente e de modo permanente. Nesse sentido, esse parece ser um dos caminhos para que a Modelagem possa se tornar um eixo metodológico da prática docente dos professores. Silva e Araújo (2005), a partir do pensamento de Freire, afirmam que a formação continuada é concebida como um processo contínuo e permanente de desenvolvimento profissional do professor, no qual a formação inicial e a formação continuada são concebidas 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. Essa interarticulação pode ocorrer quando as instituições de formação inicial de professores abrem suas portas para que os professores em exercício retornem e possam se atualizar em suas práticas pedagógicas, participando de grupos de pesquisa ou projetos de extensão, como, por exemplo, o programa PDE²¹ do estado do Paraná.

²¹ Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) é uma Política de Estado consolidada, que tem como finalidade a formação continuada dos professores da Educação Básica do estado do Paraná.

2.3 O MODELO BASEADO NA AUTONOMIA

Além do modelo reflexivo, a concepção assumida neste trabalho em relação à formação continuada de professores deve incentivar a apropriação dos saberes pelos professores rumo à autonomia.

Segundo Martins (2002), o termo autonomia vem do grego e significa autogoverno, governar-se a si próprio. Em educação, a autonomia do professor revela capacidade de organizar os seus estudos, seus planejamentos, com independência de outros, administrando eficazmente o seu tempo de dedicação a sua preparação para ensinar e escolhendo de forma eficiente as fontes de informação disponíveis. Martins reforça ainda que “no âmbito da educação, o debate moderno em torno do tema remonta ao processo dialógico de ensinar contido na filosofia grega, que preconizava a capacidade do educando de buscar resposta às suas próprias perguntas, exercitando, portanto, sua formação autônoma” (MARTINS, 2002, p. 224).

Para Garcia (1999), o modelo baseado na autonomia é a modalidade que, segundo o autor

[...] corresponde a uma concepção de desenvolvimento profissional, segundo a qual os professores decidem aprender por si mesmos aqueles conhecimentos ou competências que consideram necessários para o seu desenvolvimento profissional e pessoal. Baseia-se na suposição de que os professores são indivíduos capazes de iniciar e dirigir por si próprios os processos de aprendizagem, e de formação, o que é coerente com os princípios de aprendizagem do adulto, na medida em que os adultos aprendem de forma mais adequada quando são eles que iniciam e planejam as atividades de desenvolvimento profissional”. (GARCIA, 1999, p.150).

Já o pesquisador português António Nóvoa apresenta o aspecto da autonomia do professor, ao considerar que a formação

[...] deve estimular uma perspectiva crítico-reflexiva, fornecendo aos professores os meios de um pensamento autônomo e que facilite as dinâmicas de auto formação participada. Estar em formação implica um investimento pessoal, um trabalho livre e criativo sobre os percursos e os projetos próprios, com vistas à construção de uma identidade, que é também uma identidade profissional. (NÓVOA, 1992, p. 25).

Com base no exposto, concordamos que é preciso incluir esse importante ingrediente na formação continuada do professor e a preocupação em contribuir para o desenvolvimento de sua autonomia. No contexto dos modelos de formação baseados na reflexão e da autonomia emerge uma dificuldade, o modelo vigente não os contempla. A partir daí, consideramos que

uma teoria que pode auxiliar a compreender essa “transição” é aquela decorrente da epistemologia de Ludwik Fleck.

2.4 A EPISTEMOLOGIA DE LUDWIK FLECK

Apesar do trabalho de Fleck estar direcionado especificamente ao processo de produção da ciência, ele é abrangente o suficiente para sustentar análises relativas a outros processos como o estilo de pensamento compartilhado entre os membros do coletivo de pensamento da Modelagem na Educação Matemática, pois Delizoicov, D. et al. destaca:

[...] o potencial deste modelo epistemológico como uma referência para a investigação de problemas de ensino de ciências, não só por que suas categorias analíticas poderiam ser aplicadas tanto para o caso do conhecimento do senso comum, como para o científico, e as possíveis inferências que daí tiraríamos para a busca de soluções dos problemas de pesquisa, como também para agrupamentos de outros profissionais, como, por exemplo, professores das ciências dos vários níveis de ensino. Este modelo, caracterizado pela sociogênese do conhecimento, auxiliaria na caracterização e compreensão da atuação de grupos de docentes, indicando novos caminhos a serem percorridos na formação inicial e contínua de professores. (DELIZOICOV et al., 2002, p. 32).

Fleck (1986) defende que o processo de conhecimento ocorre na interação do sujeito com o objeto, mediado pelo que ele denomina de estilo de pensamento e no interior de um coletivo de pensamento. O estilo de pensamento é o direcionador do modo de pensar e de agir de um grupo de pesquisadores de uma determinada área do conhecimento. O coletivo de pensamento pode ser compreendido como uma comunidade de indivíduos que compartilham práticas, concepções, tradições e normas. (LEITE; FERRARI; DELIZOICOV, 2001).

Assim, se faz necessário apresentar as ideias e as contribuições da epistemologia de Ludwik Fleck para compreender sobre a possibilidade de uma mudança de estilo de pensamento do professor de matemática, mais especificamente do professor de Matemática que pretende trabalhar com Modelagem Matemática.

As ideias centrais da epistemologia de Fleck, discutidas nesta tese, são: Estilos de Pensamento, Coletivos de Pensamento e Circulação Inter e Intracoletiva de Ideias. Para Fleck, o fato científico é compreendido dentro da estrutura de um estilo de pensamento, ou seja, ligado às concepções de observação e de experiência. Por consequência, o fato está estreitamente relacionado ao modo de perceber. O autor denomina a disposição para o perceber orientado como um *estilo de pensamento* e as ideias compartilhadas por um determinado grupo como

coletivo de pensamento. No tocante aos argumentos para a adoção da Modelagem, é defendida a ruptura com o currículo linear (KLÜBER; BURAK, 2010). Esse fato será interpretado segundo as lentes do estilo de pensamento compartilhado por membros do grupo. Romper com o currículo linear é um aspecto desejável para os pesquisadores da área de Modelagem, mas completamente impróprio e desconfortável aos professores da Escola Básica, como se pode ver em outras pesquisas (FERREIRA, 2010).

Podemos entender também por Estilo de Pensamento a ação desenvolvida pelo sujeito, que, por sua vez, é influenciado por um determinado grupo social. Entretanto, esses grupos formam vários coletivos e o sujeito transita entre esses diversos coletivos, promovendo a circulação de ideias. Em linhas gerais, esse referencial permite encontrar características próprias de um coletivo, no tocante às teorias e práticas, além de mostrar o movimento interno nesses coletivos, conforme a Figura 3, tanto para a manutenção daquilo que já lhe é comum como para as complicações e problemas internos ao coletivo.

Na estrutura geral do coletivo de pensamento, Fleck (1986) distingue os círculos esotéricos e exotéricos. A presença de um círculo esotérico formado por especialistas de uma determinada área do conhecimento caracteriza a identidade primeira do coletivo de pensamento, por ser o portador do estilo de pensamento. É a partir desse núcleo de conhecimentos e de práticas compartilhadas que se forma o círculo exotérico, formado pelos leigos que passam a interagir, através de múltiplas alternativas, com o círculo esotérico.

Entre os círculos exotérico e esotérico são estabelecidas relações dinâmicas que contribuem para a ampliação e disseminação do conhecimento, denominadas circulação Intracoletiva e Intercoletiva de ideias. A circulação Intracoletiva ocorre entre membros de um mesmo coletivo de pensamento. A circulação Intercoletiva ocorre entre distintos coletivos de pensamento. Com vistas a esclarecer essa dinâmica no tocante ao nosso objeto de pesquisa, construímos a figura 3.

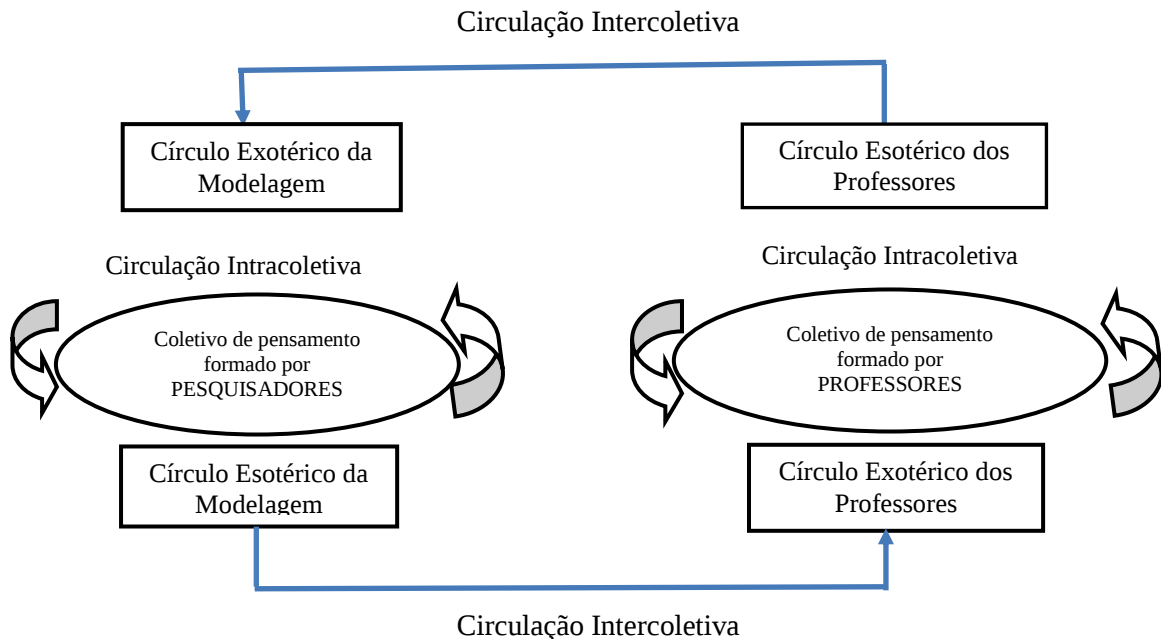


Figura 3 – Circulação Intracoletiva e Intercoletiva relativa a formação de professores
Fonte: Elaborada pelo pesquisador.

Na figura, temos dois coletivos de pensamento esotéricos em si: Pesquisadores de Modelagem Matemática e Professores da Educação Básica. O primeiro é exotérico em relação ao segundo e vice-versa, logo são exotéricos entre si. Cada um deles tem um conjunto de teorias e práticas distintas, ou seja, lentes próprias que permitem ver os fatos de modos distintos. Há dentro de cada um deles uma intensa circulação intracoletiva de ideias que fortalece aquilo que pensam e praticam. Por isso, quando há circulação intercoletiva, podem existir incompreensões e distorções.

Na estrutura geral do coletivo de pensamento, as pessoas poderiam pertencer a vários coletivos simultaneamente, atuando como veículos na transmissão de ideias entre os coletivos. Como portador comunitário do estilo de pensamento, o coletivo de pensamento determina quais os problemas que podem ser considerados pertinentes para resolução. Assim sendo, o estilo de pensamento corresponde a uma aplicação prática, pois:

A todo estilo de pensamento lhe corresponde um efeito prático. Todo pensar é aplicável, posto que a convicção exige, seja a conjuntura certa ou não, uma confirmação prática. A verificação de eficiência prática está, portanto, tão unida ao estilo de pensamento como a pressuposição. (FLECK, 1986, p. 151).

De acordo com Pfuetzenreiter (2003), Fleck defende que há uma conexão entre o estilo de pensamento de uma época e os conceitos que são considerados pertinentes para a mesma época. Segundo a autora

Haveria, portanto, um condicionamento histórico-cultural caracterizado por certa regularidade histórica no desenvolvimento do pensamento. Ele se refere à epistemologia comparada, que permite relacionar as ideias atuais às do passado, traçando linhas de conexão entre ambas para compreensão do estágio atual do conhecimento. Todavia, para explicar a existência de uma enfermidade, que era o foco de interesse de Fleck, deviam ser levadas em consideração, além das relações históricas, as conexões sócio cognitivas que influenciariam seu conceito. Muitos fatos científicos encontram-se vinculados a ideias iniciais ainda mal delineadas, chamadas de pré-ideias. O autor deixa claro que nem sempre os fatos científicos emergem dessas pré-ideias, podendo, muitas vezes, não serem encontradas relações históricas entre ideias antigas e modernas. (PFUETZENREITER, 2003, p. 113)

Ainda segundo a autora, haveria duas fases no desenvolvimento das ideias: A primeira seria a fase de classicismo em que todos os fatos concordam e se adaptam perfeitamente à teoria. Em seguida, alguns fatos começam a não se encaixar tão bem. Aqui são caracterizadas as exceções que vão se tornando cada vez mais frequentes. As observações que contradizem uma teoria são explicadas e reinterpretadas para se conciliarem com o conhecimento novo. Fleck (1986) conclui que a persistência dos sistemas de ideias é uma estrutura determinada por um estilo de pensamento.

Pfuetzenreiter (2003) declara que

Fleck sustenta que a epistemologia não deve apenas considerar a relação bilateral entre o sujeito e objeto para a construção do conhecimento, mas deve considerar o estado de conhecimento como um terceiro componente desta relação, para ligar o conhecimento ao conhecer. O conhecimento não seria um processo individual, mas uma atividade social, o que poderia indicar a presença de diversos níveis. Consequentemente os pensamentos transitam livremente de um indivíduo a outro dentro de uma comunidade, sofrendo pequenas modificações até transformar-se no pensamento do coletivo. (PFUETZENREITER, 2003, p. 114).

Isso pode sustentar um processo de formação em Modelagem no qual o estilo de pensamento para a adoção da Modelagem tenha que ser desenvolvido em primeiro lugar. Na prática, há um estilo de pensamento compartilhado pelos “praticantes assíduos” de Modelagem, professores e pesquisadores. Sendo assim, aprender sobre qualquer coisa requer um engajamento, uma atividade social que é mediada pelo estilo de pensamento. Dessa maneira, a formação em Modelagem não pode ser considerada numa simples relação sujeito e objeto

(professor e Modelagem Matemática), mas em uma atividade social da formação que vai permitir a inserção de novos membros ao coletivo.

Com relação à aquisição do conhecimento pelas novas gerações, Fleck assinala que a aprendizagem está relacionada à estrutura sociocultural de uma comunidade, e o conhecimento possui a finalidade de reforçar o vínculo social. O ver formativo é alcançado após a aquisição de experiência, obtida mediante vivência preliminar. A função do estilo de pensamento seria justamente a de proporcionar o ver formativo. Ao contrário desse último, o ver confuso inicial não estaria “contaminado” pelo estilo. Como o próprio nome anuncia, trata-se de um ver caótico, com uma mescla de vários estilos de pensamento, sem coesão e consolidação de ideias. Esse aspecto pode ser transposto para a formação de professores em Modelagem, pois não é difícil encontrar resultados de pesquisas nos quais os professores reconfiguram as tarefas de Modelagem se distanciando do ambiente de Modelagem (SILVA; SANTANA, 2012).

2.5 A ATIVIDADE PRÁTICA COMO NORTEADORA PARA A CONSTITUIÇÃO DE UM ESTILO DE PENSAMENTO

Segundo Pfuetzenreiter (2003), Fleck baseou a categoria que denominou de “estilo de pensamento” essencialmente na atividade prática. Por sinal, segundo a autora, a aplicação prática foi alvo de intensa preocupação, revisitado constantemente em seus escritos. Esse tema foi discutido em vários de seus textos relacionado a aspectos sociais como a utilização de instrumentos por determinado coletivo, o emprego de uma linguagem própria, o ensino e a percepção direcionada para a aquisição de habilidades, de prática e de experiência pelos indivíduos para tomarem parte de um grupo.

Fleck notou que, em sua profissão, quando alguém olha para uma preparação microscópica feita a partir de uma cultura bacteriana, observará determinada imagem e utilizará uma descrição de difícil compreensão para um leigo, mas familiar para o observador treinado. Novamente, o autor afirma que, primeiramente, deve-se aprender a olhar, a fim de se desenvolver a capacidade de ver aquilo que forma a base de uma dada disciplina. O que distingue o especialista do leigo é a experiência e a prática que cada um apresenta. O especialista sofre longo “treinamento” para adquirir a habilidade para perceber certas formas. Consequentemente, não se pode falar em boa ou má observação, mas em observações consistentes ou não com certo ramo

da ciência. A experiência e a habilidade adquiridas não podem ser substituídas por uma fórmula verbal (daí a discrepância entre as informações contidas nos livros – a teoria – e a prática). (PFUETZENREITER, 2003, p. 118).

Para Fleck, apud Pfuetzenreiter (2003), um observador não “treinado” é incapaz de fornecer descrições úteis em um campo; ele apenas se limitará a fornecer detalhes considerados desnecessários, enquanto omitirá informações fundamentais. Mesmo em atividades que exigem observação cuidadosa, há restrita perspicácia de visão com uma espécie de cegueira à percepção de fenômenos diferentes do que as pessoas estão habituadas a observar. A aquisição da habilidade em perceber certas formas traz, como contrapartida, a incapacidade de percepção de outras.

Na educação, as crianças são levadas a observar precisamente aquilo que o professor e os adultos veem, ao mesmo tempo em que perdem a aptidão para ver outras formas – o que poderia conduzir a uma esterilização de sua capacidade criativa. Igualmente, no treinamento de pesquisadores, eles não se tornam conscientes de que não escolhem o modo de pensamento que vão adquirir. O conceito de estilo de pensamento aqui utilizado é de uma atitude mental e pensamento prático. (PFUETZENREITER, 2003, p. 119).

Fleck argumenta que

O estilo de pensamento desta forma compreendido é o resultado da educação prática e teórica de um dado indivíduo; transita do professor ao aluno, é um certo valor tradicional que é objeto de estudo de um desenvolvimento histórico específico e de leis sociológicas específicas. (FLECK, 1986, p. 66).

Ainda segundo Fleck, apud Pfuetzenreiter (2003), o estilo de pensamento não apenas determina a observação do objeto, mas também acentua certos elementos ao passo que despreza outros. Dois observadores com estilos distintos apresentam observações desiguais sobre o mesmo objeto, transformando-o, por vezes, em objetos díspares. Para relatar as observações, que serão completamente discordantes, farão uso de expressões distintas ao se comunicarem. Se, porventura, houver coincidência de expressões, a conotação dada a elas será dissonante. Entretanto, são notadas pequenas divergências individuais entre diferentes observadores pertencentes ao mesmo estilo de pensamento, que são devidos às diversas escolas às quais esses observadores fazem parte. Para Pfuetzenreiter (2003), percebe-se aqui que o autor desconsidera as interpretações individuais para os fatos. Conforme destaca Fleck,

Existe um certo coletivo de homens que possuem um estilo de pensamento comum. Este estilo desenvolve e é, em cada estágio, conectado com a história. Ele cria uma certa atitude definida, que é concedida por métodos sociológicos para os membros do coletivo, e dita o que e como estes membros vêem. (FLECK, 1986, p. 72).

A transformação de um estilo de pensamento se dá quando ocorre adaptação de alguns modos de percepção do pensamento tradicional. Surge, então, uma nova atitude que permite uma maneira específica de compreender os fatos. Um anatomista do século XVI, por exemplo, jamais seria capaz de ver as relações que vemos atualmente, mesmo que isso lhe fosse mostrado em sua época. Não é um procedimento simples a percepção das coisas de modo diferente. Todo o estilo de pensamento deve sofrer mudança que é provocada por uma disposição que induz a uma atitude em outro sentido: “uma inquietude intelectual específica deve surgir e uma mudança do modo do coletivo de pensamento, que é condição necessária para criar simultaneamente a possibilidade e necessidade de ver algo novo e diferente” (FLECK, 1986, p. 74). As descobertas são acompanhadas pela substituição de alguns detalhes por outros, que simplesmente desaparecem dando lugar a novas descrições.

A transformação do estilo de pensamento de professores só pode ocorrer, mas não há garantias, quando os sujeitos se engajam fortemente ao coletivo portador do estilo de pensamento. Por esse motivo, a formação de professores em Modelagem deve superar os processos informativos e desenvolver formações que permitam uma efetiva entrada dos professores da Educação Básica no coletivo de Modelagem Matemática.

Cada época acentua as características próprias e consistentes com o estilo que lhe é próprio e que é dado também pela sociedade, mas é invisível a seus membros. A descoberta surge em decorrência de uma desestabilização intelectual e uma tendência para mudanças, após um período de equilíbrio. Para a formação da nova concepção, concorrem ideias antes abandonadas e negligenciadas, conexões históricas, erros e incompreensões do passado, inicialmente assentados, mas que se converteram em um caos de ideias. Com o tempo, essas noções tomam um rumo mais definido e passam a conduzir as pessoas às novas ideias que surgiram, especialmente por meio da educação. (PFUETZENREITER, 2003).

Fleck (1986) conclui que a forma como pensamos ou vemos está condicionada pelo coletivo de pensamento ao qual pertencemos e que se encontra inserido em um quadro de gênese histórica determinada pelo estilo de pensamento. No artigo de 1936, o mais longo, Fleck (1986) explora o problema da epistemologia e lista três fenômenos fundamentais. O primeiro é representado pelo coletivo de pensamento, o segundo pela transformação do pensamento

produzida pela circulação de ideias e o último pelo desenvolvimento histórico do pensamento. Para ele, o erro fundamental da epistemologia consiste na forma de compreensão do sujeito como inalterado ou absoluto com desconsideração das relações históricas e sociais. Mesmo que o conhecimento seja obtido de maneira empírica e depositado nos livros para ser ensinado, haveria necessidade de ser estudada a forma de transmissão desses conhecimentos e o modo como sofrem transformações – que seriam de origem exclusivamente sociológica.

Quanto ao primeiro fenômeno, Fleck (1986) declara que os indivíduos que pensam de maneira similar pertencem ao mesmo grupo de pensamento, denominado de coletivo de pensamento, enquanto considera que teriam dificuldades de se comunicarem com outras pessoas que não comungam das mesmas ideias. O epistemólogo dá destaque especial para os graus de distanciamento entre coletivos diversos, o que determina diferentes níveis de dificuldade de comunicação entre eles. (PFUETZENREITER, 2003, p. 121).

Alguns estilos de pensamento se aproximam de outros como, por exemplo, os estilos dos físicos e dos biólogos; outros; porém, são mais distantes como, por exemplo, do físico e do filólogo, e finalmente alguns são mais distantes ainda, como os estilos do físico e do místico. Portanto, pode-se falar em estilos separados e de variedades de estilos, e similarmente de coletivos de pensamento semelhantes e distantes (FLECK, 1986).

A abordagem anterior prenuncia o segundo fenômeno epistemológico que é o da transformação resultante da circulação de ideias. Uma expressão somente é utilizada dentro de uma estrutura de linguagem que obedece às normas e costumes do círculo ao qual permanece ligada. Cada pensamento sofre um processo de circulação submetido a forças sociais em virtude de apresentar uma origem e um destino. A formulação de uma ideia no interior de um coletivo produz a sua *popularização* entre os leigos, *ampliação* para os especialistas e culmina com a *legitimação* dentro da estrutura do sistema de ideias, a fim de estabelecer sua formulação oficial. (PFUETZENREITER, 2003, p. 121).

O terceiro ponto relativo à epistemologia diz respeito à “[...] existência de um desenvolvimento histórico específico do pensamento, que não pode ser reduzido ao desenvolvimento lógico dos conteúdos do pensamento nem ao simples aumento de informação detalhada.” (FLECK, 1986, p. 89).

Nesse último item, analisa-se a forma pela qual as ideias se desenvolvem dentro da estrutura do pensamento a partir das chamadas pré-ideias ou proto ideias. Essas noções iniciais não podem ser tomadas isoladamente, fora do cenário histórico em que estão inseridas, assim como também não se pode considerar as ideias atuais de forma descontextualizada. (PFUETZENREITER, 2003, p. 122).

As visões arcaicas não podem ser meramente transferidas para a atualidade porque elas não sofreram simples acréscimo de detalhes, visto que as concepções atuais contêm elementos que sofreram um intrincado processo de desenvolvimento. Por se tratar de uma atividade coletiva, a cognição é adquirida, mantida, observada e compreendida sob a perspectiva sociológica. As trocas de ideias intra e intercoletivas induzem ao surgimento de uma nova criação mental que não pode ser atribuída a um indivíduo apenas, mas ao coletivo.

O estilo é transmitido ao longo de várias gerações por iniciação, treinamento e educação, sendo criadas expressões próprias de cada coletivo, seja no domínio da religião, da ciência, arte, ou costumes populares, dentre outros. Fleck (1986) adiciona um novo elemento à sua epistemologia, quando afirma que no círculo formado pelo coletivo de pensamento, os termos técnicos empregados não se limitam ao seu significado restrito, mas chegam a representar um lema ou símbolo, o que é denominado de *magia* ou *encantamento do pensamento* (*thought-charm*). São próprios de cada estilo de pensamento termos técnicos, determinadas expressões e hábitos – de certa forma “sagrados” para os praticantes –, mas que são inacessíveis aos não iniciados. Essas expressões conferem uma força própria, ou uma espécie de poder específico que é perdido quando o termo é traduzido para a linguagem popular. Essa força está contida em termos como ‘espécie’ (zoologia e botânica), ‘átomo’ (física e química), ‘análise’ (química), ‘diagnóstico’ (medicina), ‘camada germinativa’ (embriologia), ‘órgão’ (anatomia), ‘função’ (matemática) etc. Nenhum desses termos pode ser completamente substituído por uma explanação lógica, pela tradição de uma dada disciplina e seu desenvolvimento histórico tem cercado isto pelo poder específico.

Isso pode explicar a compreensão das etapas de Modelagem por esse coletivo e sua seleção com a estrutura da organização da escola, dos currículos, dos livros importantes no processo de formação do professor em Modelagem, após ele adquirir esse estilo de pensamento que pode ser compartilhado no coletivo de pensamento do grupo.

Em relação à Modelagem Matemática na Educação Matemática, não é diferente. Há terminologia própria e a sua compreensão não pode se dar apenas por meio de explicação lógica. Assim, formar para o trabalho com Modelagem requer a recontextualização dos termos e das práticas pelos professores. Essa recontextualização deve ser favorecida por proximidade entre o coletivo de modelagem e os professores, sob pena de perda de compreensão do que é Modelagem na Educação Matemática.

O ingresso em um coletivo é feito após um período de aprendizagem no qual, os poderes da autoridade e da sugestão desempenham papel fundamental. Os coletivos de pensamento possuem uma estrutura interna comum, uma tendência de união entre seus membros na adoção de uma atitude compartilhada. Essa disposição coletiva identifica uma forma de percepção dirigida, comum a um estilo, que desperta um sentimento de solidariedade intelectual entre seus membros. Certa hostilidade é estimulada contra um indivíduo alheio ao grupo constituído, que compartilha de outro coletivo e utiliza outro tipo de linguagem, com o uso de palavras e expressões diferentes. É o caso da Modelagem na Matemática Aplicada e da Modelagem na Educação Matemática.

Nas relações entre os círculos exotéricos e esotéricos, há um constante jogo de tensões entre ambos os círculos que, pela circulação de ideias no interior da estrutura, tendem a fortalecer e intensificar o estilo de pensamento. Os integrantes do círculo exotérico são recrutados e treinados a partir do círculo esotérico, o que reforça o sentimento de solidariedade intelectual no interior do coletivo.

Na ciência, o círculo esotérico é formado pelos especialistas e o exotérico pelos leigos que são portadores do conhecimento da ciência popular. Não há pré-requisitos para admissão no círculo maior, o que reforça o caráter democrático da ciência. O especialista foi educado no sistema de educação geral; portanto, em vários domínios, e depois obteve uma educação dirigida para uma área específica. Isso cria um elo entre as duas esferas, a massa e a elite, que apresentam relações de mútua dependência. O dispositivo democrático é confirmado pelos congressos, reuniões e discussões científicas cujos resultados são provenientes da opinião da maioria dos pesquisadores, mas em consenso com a opinião pública.

Fleck, apud Pfuetzenreiter (2003), relaciona três fontes originárias de um estilo de pensamento: a primeira seria a partir das pré-ideias, que formam a pré-história das ideias e marcam o início do estilo até sua ruptura (*split off*) e transformação em um novo estilo. A segunda seria por intermédio da circulação intracoletiva de ideias – produzidas por ação das forças sociais –, que provocam mudanças em forma de estilização, sistematização, legitimação, revolta e revolução mental. Por último são citados os efeitos constantes de estilos distintos (circulação intercoletiva de ideias).

O interesse na proposta de Fleck reside no fato de que ela pode ser empregada para o estudo de vários tipos de comunidades e suas interações para a produção do conhecimento científico (Delizoicov et al., 2004). Pelo exame da obra de Fleck, o termo estilo de pensamento

tem uma conotação bastante ampla, segundo Pfuetzenreiter (2003). Segundo a autora, apesar de ele ter lançado mão da história e do conhecimento, conjugando ambas as dimensões em suas incursões teóricas, não há indicações muito precisas em seus escritos sobre os meios a serem utilizados para a identificação de um estilo de pensamento, além da observação de aparelhos e instrumentos utilizados por um coletivo e a investigação da utilização de uma linguagem própria entre os integrantes do mesmo grupo. O que se evidencia é que esses aspectos influenciam as atitudes e atividades de uma coletividade (pontos destacados como componentes do estilo de pensamento por Bombassaro, 1995). A atividade pressupõe uma prática que orienta o coletivo para um determinado tipo de atitude. Portanto, a prática se mostra como um importante parâmetro para estabelecer a correspondência com um estilo de pensamento por meio da observação, dentre outros aspectos, da linguagem e dos instrumentos utilizados por um grupo. Como pontua Bombassaro,

E é isto que interessa a Fleck explorar, deixando claro como se caracterizam as atividades através das quais se efetivam as atitudes do investigador. No entender de Fleck, os dois componentes principais dessas atividades, quais sejam, a disposição para um perceber orientado e para uma ação dirigida, tornam manifesto o caráter essencial do estilo do pensamento. O estilo de pensamento é caracterizado, então, como sendo um conjunto de pressuposições básicas, tácitas ou não, conscientes ou inconscientes, a partir das quais, em qualquer área ou disciplina, o conhecimento é construído. Um perceber orientado e a correspondente elaboração intelectual e objetiva do percebido, constituem, assim, o núcleo duro do estilo de pensamento. (BOMBASSARO, 1995, p. 14-15).

Importante destacar que

[...] apesar de serem feitas inúmeras comparações entre Kuhn e Fleck, a diferença fundamental entre ambos os autores é que o primeiro lança os alicerces de seu sistema de ideias na estrutura teórica que rege as comunidades científicas – o paradigma. Já o segundo mantém, na prática desempenhada por um coletivo, a base de suas categorias epistemológicas. O conhecimento como experiência e prática é a pedra angular do pensamento de Fleck. (PFUETZENREITER, 2003, p. 132).

O estilo de pensamento está sujeito a pequenas e a frequentes modificações. Para Kuhn, a mudança de paradigma ocorre de maneira drástica, por rupturas, enquanto um estilo de pensamento se modifica sutilmente, de maneira lenta e gradual. Entretanto, essas mudanças em doses homeopáticas, ao final de um longo período, se transformarão em mudanças tão significativas quanto uma mudança de paradigma em uma revolução científica.

A partir dessa discussão sobre a teoria Fleckiana, passamos a discorrer sobre a formação de professores em Modelagem, buscando avançar, ainda que inicialmente, na compreensão das implicações dessa teoria.

2.6 A FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA EM MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Vários estudos realizados até o ano de 2015 indicam que a Modelagem é defendida como uma possibilidade viável para reverter o atual quadro em que se encontra o ensino e a aprendizagem da Matemática (BARBOSA, 2001; BASSANEZI, 2002; BURAK, 2010). Entretanto, é consenso entre os formadores sobre as dificuldades de fazer a metodologia chegar às salas de aula. Especificamente na concepção assumida para este trabalho, na pesquisa exploratória, destacada anteriormente, na introdução da tese e em outras pesquisas (BURAK, 1992; FERREIRA, 2010b), por exemplo, observa-se que os professores, após participarem de cursos de formação em Modelagem, passam a acreditar que ela oferece excelentes possibilidades de tornar o ensino mais eficiente, dando mais significado aos conteúdos estudados. Fica destacado, ainda, o fato de os cursos serem pontuais e de curto prazo, não propiciando segurança suficiente para que os professores deem continuidade ao trabalho com a Modelagem em sala de aula. Dito de outro modo,

Ao que se pode notar, os professores podem tender a ver a Modelagem como uma abordagem adequada para o ensino de Matemática. Mas, ao pensar e ao fazer sua operacionalização, limitações no contexto de trabalho e em suas próprias competências são evidenciadas. (BARBOSA, 2001, p. 4).

Para vencer as limitações e inseguranças dos professores na adoção da Modelagem em sua prática, a formação continuada se faz necessária. É importante o professor conhecer e ter clareza do que significa Modelagem na Educação Matemática, seus fundamentos epistemológicos e metodológicos, para com plena competência poder estabelecer o contraponto entre a Modelagem na Educação Matemática e a Modelagem na Matemática Aplicada.

Para Tambarussi e Kluber (2014),

Do ponto de vista histórico, da trajetória de formação de professores no Brasil, sabe-se que grande parte não teve acesso, em sua formação inicial, às atuais tendências da

Educação Matemática. Assim, as propostas visam, em sentido amplo, suprir ou sanar uma ausência da formação de professores na Educação Básica. (TAMBARUSSI; KLUBER, 2014, p. 46).

No entanto, para os autores, apesar de essas propostas serem importantes, elas são inócuas para a efetiva implementação da Modelagem na prática do professor de Matemática. Há uma contradição entre os aspectos essenciais da Modelagem, como a investigação e as configurações dos processos formativos, que em geral são curtos. Em síntese, como os modelos de formação são apenas baseados em cursos de curta duração ou meramente informativos e expositivos, eles não favorecem o desenvolvimento de postura investigativa e autônoma nos professores, ou seja, o professor pode até concordar com o discurso, mas, quando se depara com a prática, não sabe como proceder investigando e deixando os seus educandos investigarem.

Em certo sentido, a formação de professores baseada em lições-modelo, comumente utilizados na comunidade, não permite o desenvolvimento de práticas reflexivas mais amplas e, por consequência, não podem conduzir ao desenvolvimento da autonomia. Por essa razão, defende-se que prática reflexiva no trabalho de formação continuada dos professores em Modelagem se faz necessária. Nesse sentido, concordamos com Poletini (1999) quando alerta que a análise da experiência é muito mais importante que a experiência em si. Os professores devem ser incentivados a recapturarem suas experiências, pensarem, meditar, ponderar e avaliarem sobre elas, ou seja, refletirem.

Outro ponto importante na formação continuada do professor de Matemática em Modelagem é que a formação ocorra na escola, na sala de aula, com o professor desenvolvendo as atividades com os estudantes e sempre acompanhadas pelos “formadores”. Para Barbosa (2001),

É imperativo considerar o contexto escolar como o *locus* no qual o professor exerce sua tarefa de ensinar. Não é nada plausível propor Modelagem como abordagem pedagógica fora dos dilemas e da complexidade do ambiente da sala de aula. Ao contrário, é necessário sugerir aos docentes a reflexão da compatibilização da Modelagem com o contexto escolar a partir de episódios e vivências reais. (BARBOSA, 2001, p. 8).

Não menos importante é uma dúvida recorrente na formação continuada do professor de Matemática em Modelagem: no desenvolvimento de uma atividade de modelagem com os

professores, devemos tratá-los como estudantes? Tambarussi e Kluber (2014) contribuem para o debate afirmando que

O professor participante dessas atividades não deve ser colocado, simplesmente, na condição de aluno, mas na condição de aprendente. Este é entendido como alguém que aprende sem perder as suas características pessoais, profissionais e intelectuais de professor”. (TAMBARUSSI; KLUBER, 2014, p. 47).

Os autores afirmam, ainda, que o professor, na condição exclusiva de estudante, não experimenta momentos de reflexão sobre a prática docente, tornando a formação mais informativa do que formativa.

Com a formação ocorrendo no âmbito da escola, por meio do intenso diálogo entre o professor pesquisador e os professores da Educação Básica, abre-se a possibilidade de uma ampla circulação intercoletiva de ideias. Em suma, esses aspectos permitem que o professor da Educação Básica tenha acesso, de modo formativo, aquilo que é produzido pelo círculo esotérico de Modelagem.

Ainda é importante destacar que a Formação Continuada de Professores de Matemática em Modelagem faz parte das discussões do GT10 – Modelagem Matemática do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática - SIPEM –que, na sua terceira edição, em Águas de Lindóia/MG 2006, apresentou relatório referente ao Desenvolvimento Profissional de Professores (BARBOSA; CALDEIRA, 2006), no qual foram apresentados artigos indicando que a Modelagem gerou indícios de mudanças de percepção sobre a Matemática e o ensino de Matemática. Mostrou, também, as dificuldades e os dilemas dos professores ao fazerem Modelagem e as dúvidas em relação ao lugar da Modelagem na formação inicial de professores, perguntando se deveria ser uma disciplina ou se diluir em outras disciplinas.

Já no relatório do grupo, referente ao IV SIPEM, realizado em Taguatinga/DF 2009, (BARBOSA; ARAÚJO; CALDEIRA, 2009), a discussão foi densa e o grupo listou questões ainda não exploradas pelos estudos. Uma das questões emergentes referiu-se às especificidades da formação de professores em Modelagem na educação online. À medida que diversas licenciaturas à distância em matemática oferecem disciplinas de Modelagem, pouco se sabe como elas ocorrem. Outro ponto discutido refere-se à relação entre a formação e a prática de Modelagem dos professores. Um dos trabalhos explorou essa questão, deixando em aberto outros pontos para explorações futuras. Por fim, o grupo levantou como tema carente de estudos as fronteiras entre pesquisa sobre Modelagem e a prática de Modelagem dos professores.

Em resumo, dentre os vários desafios para viabilizar a Modelagem no currículo escolar da Educação Básica, a formação de professores é o maior deles. Que então sejam proporcionados ao professor, durante a formação, momentos de análises e reflexões sobre sua prática, procurando sempre desenvolver a autonomia do professor, para que ele possa fazer a gestão da sua aula, apropriando-se de elementos do estilo de pensamento do coletivo necessário para a adoção da Modelagem para conduzir o ensino.

Com base na problemática, na questão de pesquisa e no objetivo proposto, passaremos agora, a explanar o percurso metodológico da pesquisa.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo, explicitamos o percurso metodológico da investigação, com base no problema e no objetivo proposto. Devemos lembrar que a pesquisa foi conduzida sob a questão: **O que se mostra da prática de professores de Matemática da Educação Básica quando adotam predominantemente a Modelagem Matemática como eixo metodológico, numa perspectiva assumida de Educação Matemática?** Descrevemos as características dos professores participantes e as atividades desenvolvidas por eles.

Essa questão culmina no objetivo geral: **Compreender e teorizar sobre a prática do professor de Matemática, quando adota a Modelagem como principal eixo metodológico numa perspectiva de Educação Matemática.**

Com o propósito de buscar respostas à questão, passamos a esclarecer a abordagem e o método de investigação que permearam as ações junto aos professores, descrevendo suas características e as atividades desenvolvidas por eles durante a pesquisa, tendo um olhar específico sobre sua prática. Discorremos também sobre os paradigmas de investigação de modo geral, buscando elementos que o definam, bem como sobre os aspectos da pesquisa cooperativa e trabalho colaborativo, que conduziram a relação com os professores, durante o trabalho de campo. Serão apresentados elementos da *Grounded Theory*, que inspira a análise realizada e dá origem aos fundamentos utilizados pelo *Software Atlas.Ti*, instrumento utilizado para a análise dos dados. Abordamos, ainda, os instrumentos e os métodos da coleta e análise de dados utilizados na realização dessa investigação.

3.1 ABORDAGEM E MÉTODO DE PESQUISA

Optou-se pela abordagem da pesquisa qualitativa, que, por sua configuração, caracteriza-se como a mais apropriada para o problema proposto. Esse tipo de pesquisa ajuda a identificar questões e a entender porque elas são importantes, bem como revela áreas de consenso, tanto positivas quanto negativas. Além disso, é especialmente útil em situações que envolvem o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novas ideias.

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 e interpretar de que forma as pessoas, em um contexto particular, pensam e agem.

A investigação qualitativa se alinha ao paradigma interpretativo. Opondo-se a uma investigação positivista, que pressupõe uma causalidade temporal, estabelecendo uma relação de causa (antecedente) e efeito (consequente). O paradigma interpretativo valoriza a compreensão e a explicação. Sem ter por objetivo a previsão, por meio da verificação de leis ou a generalização de hipóteses, o paradigma interpretativo pretende desenvolver e aprofundar o conhecimento de uma dada situação, num dado contexto. Em sua dimensão ontológica, concebe que a realidade é dinâmica e mutável, holística, construída, divergente, múltipla e inseparável do sistema de conhecimento.

Esse paradigma tem como dimensão epistemológica o construtivismo e o interacionismo simbólico, em que o indivíduo é sujeito ativo na construção da realidade, a subjetividade é fundamental, interatividade sujeito/objeto (diferente do positivismo), relação de interdependência sujeito/objeto e conhecimento não é cópia da realidade, resulta da ação e depende das estruturas do sujeito. Em sua dimensão metodológica, o paradigma interpretativo utiliza métodos qualitativos e postula-se uma pluralidade de métodos para se interpretar a realidade (Por exemplo: estudos de casos, entrevistas, diários, observação participante, grupos focais etc.) e o intercâmbio entre teoria e prática.

O paradigma interpretativo encara o mundo real vivido como uma construção de atores sociais que, em cada momento e espaço, constroem o significado social dos acontecimentos e fenômenos do presente e reinterpretam o passado. Nessa perspectiva, não faz sentido falar na dualidade objetividade *versus* subjetividade, uma vez que a interpretação é uma atividade humana por excelência, que permite à pessoa conhecer a si própria e aos outros. Esses pressupostos explicam a forma de encarar o papel do professor/investigador.

É importante destacar que, apesar desta pesquisa se alinhar ao paradigma interpretativo, o problema apresentado para a pesquisa poderia se afinar a vários aspectos epistemológicos e metodológicos de outros paradigmas, como o paradigma Sociocrítico e o Ecológico. Portanto, conforme destaca Santos,

Note-se, que o mesmo problema pode ser ajustado a diferentes correntes teóricas, caso o paradigma seja sujeito a uma categorização mais fina. Por outras palavras, é possível identificar na literatura diversos métodos que se encaixam no paradigma interpretativo. (SANTOS, 2002, p. 160).

Assim, concordando com o autor, a questão essencial não é definir um paradigma em definitivo, mas estabelecer a sua necessária coerência com o problema do estudo.

Reforçando isso, Fiorentini (2006) afirma não ver que essa reivindicação acadêmica deva ser obedecida cegamente; entretanto, argumenta que a coerência, a consistência e a qualidade da investigação não residem necessariamente na filiação e seguimento rigoroso de um determinado enquadramento teórico metodológico, mas em uma atitude cuidadosa, organizada, ética, reflexiva e crítica de privilegiar seu objeto de estudo, tentando contemplar os múltiplos aspectos do fenômeno educativo e de seus protagonistas, buscando, para isso, os aportes teóricos que melhor convém ao caso.

Dessa perspectiva, uma mesma investigação pode contemplar procedimentos de vários paradigmas, sem perder qualidade ou se tornar eclética. Ao contrário, os diferentes aportes teórico-metodológicos podem proporcionar não apenas perspectivas complementares, mas, sobretudo, entendimentos que ajudam a (re)significar a compreensão do fenômeno mediante triangulação de informações de fontes diversas e de interpretações múltiplas. Esse parece ser o caso da Modelagem na perspectiva da Educação Matemática cuja natureza contempla várias áreas do conhecimento, tais como a Sociologia, a Antropologia, a Psicologia e a Filosofia, além da Matemática. Essa característica pode justificar a complexidade experimentada na área da Educação Matemática.

Uma vez explicitada a abordagem e o entendimento sobre os paradigmas investigativos, faz-se oportuno a descrição do contexto e dos sujeitos da pesquisa.

3.2 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA

O campo desta pesquisa foi desenvolvido em três turmas da Educação Básica, de três escolas públicas estaduais, pertencentes ao Núcleo Regional de Educação de Guarapuava, no Estado do Paraná, em que os sujeitos foram os professores de Matemática. Inicialmente, estendemos um convite a todos os professores efetivos da área, pertencentes ao núcleo de educação supracitado, para uma palestra na qual se explicou a finalidade do projeto de pesquisa. A única condição para que integrassem o projeto era a de que deveriam estar atuando em sala de aula durante o ano de 2014.

Apresentaram-se para essa palestra vinte professores, sendo que oito manifestaram interesse em participar, mas, por diversos motivos (licença saúde, mudança e transferência para cargos administrativos), apenas três professores participaram do projeto de forma efetiva.

A princípio, houve uma preocupação em saber se a participação de apenas três professores seria suficiente para responder à questão de pesquisa. No entanto, como se trata de uma pesquisa qualitativa, os aspectos numéricos ficam secundarizados, considerando-se que ela propõe: “A definição de situações bastante amplas para fazer sentido, e bastante restritas para permitir uma observação em profundidade” (LAPERRIÈRE, 2008, p.430). Desse modo podemos avançar com a questão da segurança e do rigor.

Efetivamente, o trabalho começou no segundo semestre de 2013, quando durante uma conversa com as professoras, ficou claro que apesar de possuírem em sua formação acadêmica estudos relativos à Modelagem, elas apresentavam dificuldades no entendimento da metodologia. Justificaram que os estudos foram mais teóricos que práticos e nunca se sentiram seguras para trabalhar com Modelagem em sala de aula. A partir dessa constatação, achamos necessário dedicar algum tempo ao estudo teórico da Modelagem e desenvolver algumas atividades antes de ir para sala de aula, e assim foi feito durante todo o segundo semestre de 2013. Uma preocupação foi não aprofundar demasiadamente os estudos teóricos naquele momento, deixado para fazer isso durante o trabalho prático em sala de aula, na medida que fossem exigidos.

Concluído o trabalho de formação, iniciou-se, em 2014, o trabalho em sala de aula com os estudantes. Isso caracterizou uma situação ampla para observações e análise. Mostrou-se importante o trabalho com apenas três professores, pois permitiu uma observação com maior profundidade, sendo possível acompanhá-los semanalmente em sala de aula e em outros momentos, como reuniões pedagógicas, reuniões informais e conversas por meios eletrônicos.

As professoras que participaram da pesquisa são efetivas do Quadro Próprio do Magistério do Estado do Paraná e possuem Licenciatura em Matemática e Especialização em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual do Centro Oeste de Guarapuava/PR.

A professora M²² tem 42 anos de idade, 15 anos de magistério, leciona Matemática no Ensino Fundamental e Médio. Ela escolheu desenvolver o trabalho em uma turma do 9º ano do Ensino Fundamental, com 38 estudantes. É uma professora dedicada, preocupada com a forma de ensinar e com a aprendizagem dos seus estudantes, sendo esse o principal motivo do seu interesse em participar do projeto. No início, a professora demonstrou uma postura um tanto autoritária, pois é a forma que conhecia para manter o controle e a disciplina da turma, mas, com o desenrolar dos trabalhos e com as mudanças apresentada pela turma, ela percebeu que tal postura já não era necessária.

A professora C tem 37 anos de idade, 16 anos de magistério, também leciona Matemática no Ensino Fundamental e Médio. A pesquisa foi desenvolvida em uma turma de 9º ano, com 18 estudantes. Ela também é dedicada e preocupada com essa turma, tanto que a escolheu, pois concentrava os estudantes com problemas, tanto de aprendizagem como de disciplina. Sua maior dúvida era como trabalhar com eles, pois só dedicação e preocupação não eram suficientes, por isso o interesse em trabalhar com a Modelagem.

A terceira participante, professora L, tem 34 anos de idade, 10 anos de magistério, leciona Matemática apenas no Ensino Fundamental. A turma escolhida foi o 6º ano do ensino fundamental com 35 estudantes. A escolha foi uma sugestão da direção e equipe pedagógica da escola, pois são estudantes que chegam de outras escolas e apresentam todo tipo de dificuldades. A professora L é muito organizada e dedicada, por conta disso, no início estava muito preocupada, pois, apesar da sua formação na graduação e especialização, ainda apresentava muitas dificuldades na compressão e utilização da Modelagem.

Em relação às escolas nas quais a pesquisa foi desenvolvida, a receptividade e o apoio foram excelentes, fator necessário para o bom desenvolvimento dos trabalhos. Os diretores e as pedagogas deram todo o apoio e incentivo para as iniciativas dos professores e estão sempre de portas abertas para as experiências desenvolvidas em parcerias com a Universidade.

Estabelecemos um trabalho colaborativo com as participantes da pesquisa e, a seguir, serão abordados os princípios que conduziram o trabalho de campo.

²² Iremos utilizar as letras M, C e L para nos referir as professoras que participaram da pesquisa.

3.3 PESQUISA COOPERATIVA E TRABALHO COLABORATIVO

Em lugar de se considerar que o investigador é capaz de se colocar de um ponto de vista exterior, como observador da realidade, se aceita que não há a possibilidade de se estabelecer uma separação nítida entre ele e aquilo que vai estudar. Toda a investigação é vista como apresentando necessariamente marcas de quem a realizou. Mais do que falar em objetividade ou subjetividade, faz sentido, sobretudo, falar em intersubjetividade, resultante da interação que se estabelece entre o investigador e os participantes no estudo. Ainda, a questão não é separar objetividade da subjetividade, mas controlar a segunda. Desse modo, neste trabalho, adotamos uma postura de observação participante, trabalhando em cooperação e colaboração com as professoras envolvidas no estudo.

Nesse sentido, efetivou-se essa pesquisa sob uma postura cooperativa e de trabalho colaborativo entre professores-professores, professores-estudantes, estudantes-estudantes, pesquisador-professores e pesquisador-estudantes. Segundo Fiorentini (2006), há uma dispersão semântica envolvendo os termos: o trabalho coletivo, trabalho colaborativo, trabalho cooperativo, pesquisa colaborativa, colegialidade artificial, comunidade de prática etc., tanto em âmbito nacional como internacional. Esses termos ora são empregados como sinônimos, ora como se possuíssem múltiplos sentidos. Essa polissemia, segundo esse autor, vem afetando não apenas a forma de organização e de trabalho de grupos colaborativos, mas também o modo de investigá-los ou de mobilizá-los coletivamente em processos investigativos.

Para introduzir uma discussão sobre essa problemática, Hargreaves (1998) faz uma distinção entre quatro formas gerais de cultura docente: o individualismo, a colaboração, a colegialidade artificial e a balcanização. Para o autor, nem todo trabalho coletivo é colaborativo e, para tanto, desenvolve os conceitos de colegialidade artificial (colaboração não espontânea nem voluntária) e de balcanização (colaboração que divide). Uma cultura docente balcanizada caracteriza-se pela divisão do corpo docente em pequenos subgrupos, que pouco trocam e interagem entre si, podendo, às vezes, serem adversários uns dos outros.

Segundo Fiorentini (2006),

A cultura docente balcanizada pode engendrar: a formação de grupos isolados que sejam mais confortáveis, cômodos e complacentes; conformismos em algumas pessoas, deixando de produzir individualmente e de buscar caminhos próprios; a formação de colegiados burocráticos, improdutivos e controlados administrativamente, podendo configurar-se como artifício administrativo e político (co-optativo) de defesa de interesses particulares. (FIORENTINI, 2006, p. 51).

Para ser uma pesquisa colaborativa, segundo Fiorentini (2006), todo o processo de pesquisa – definição da pergunta, escolha da metodologia, coleta e análise de dados, bem como a construção da base teórica – teria que ser decidido e compartilhado pelos envolvidos, no caso, pesquisador, professores e estudantes. E mais, que a escrita e a autoria do relatório final também sejam compartilhadas. A pesquisa colaborativa implica parceria e trabalho conjunto. Nesse sentido, uma tese acadêmica nunca poderá ser considerada uma pesquisa colaborativa, pois a concepção, planejamento, desenvolvimento e análise do estudo, escrita e autoria do relatório final, são tarefas de uma única pessoa, o pesquisador. O que temos então é uma pesquisa cooperativa, na qual os participantes cooperam com o pesquisador na realização da pesquisa acadêmica, ou seja, uns ajudam os outros, executando tarefas cujas finalidades geralmente não resultam de negociação conjunta do grupo.

Todavia, para Fiorentini (2006), em uma pesquisa cooperativa não significa que o trabalho que acontece no coletivo não seja colaborativo. Os participantes podem fazer um trabalho colaborativo. Assim, nesta pesquisa cooperativa e trabalho colaborativo, o planejamento das etapas da pesquisa, a definição da questão e objetivos, a metodologia e análise de dados, bem como a escrita do relatório final são da alçada do pesquisador. Entretanto, as atividades que aconteceram em sala de aula, os planejamentos e as discussões dos resultados, foram realizadas em conjunto com os professores, num espaço em que puderam participar, opinar e ajudar no direcionamento dos trabalhos.

Conforme já dito, o paradigma interpretativo pretende desenvolver e aprofundar o conhecimento de uma dada situação num dado contexto. Em vez de se ter, inicialmente, um conjunto de hipóteses a testar, procura compreender o comportamento dos participantes no seu contexto (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Essa problemática está diretamente relacionada à questão já antiga sobre a construção da teoria. A esse respeito, se faz necessário distinguir as dimensões indutiva e dedutiva e as implicações do papel da teoria na investigação. Os métodos indutivo e dedutivo são reconhecidos como métodos legítimos de criação de teoria, há séculos. Usando o método dedutivo, o investigador procura dados empíricos que se ajustem à teoria. Seguindo o método indutivo, parte-se de um conjunto empírico de dados e busca desenvolver uma teoria ou encontrar uma teoria que se lhe adapte. Por meio de sucessivas análises de fenômenos semelhantes e distintos vai-se construindo uma teoria que explique o que se vai estudando.

Nesse contexto, o presente estudo segue uma via essencialmente indutiva, pois o método indutivo é aquele que obtém conclusões gerais a partir de premissas individuais. Trata-se do método científico mais usual, que se caracteriza por quatro etapas básicas: a observação e o registro de todos os fatos, a análise e a classificação dos fatos, a derivação indutiva de uma generalização a partir dos fatos e a constatação/verificação. Significa que, após uma primeira etapa de observação, análise e classificação dos fatos, apresenta-se uma hipótese que soluciona o problema. Uma forma de levar a cabo o método indutivo é propor, com base na observação repetida de objetos ou acontecimentos da mesma natureza, uma conclusão para todos os objetos ou eventos dessa natureza.

Um contributo nesse sentido é também dado pela Teoria Fundamentada (Grounded Theory) e pela Etnografia. Porém, para esse estudo, utilizou-se uma abordagem que mais se aproxima da abordagem mista proposta por Miles e Huberman (1994) e descrita por Laperrière (2008), que tenta fundir os objetivos da Etnografia com os da Teoria Fundamentada, ou seja, se apropria de algumas características da Etnografia e de algumas características da Grounded Theory. Conforme Laperrière,

Opondo-se tanto aos positivistas quanto aos fenomenologistas radicais, Miles e Huberman optam por uma perspectiva epistemológica mista, em que reconhecem, simultaneamente, a objetividade do mundo social e suas regularidades, assim como o papel central que aí desempenham as significações construídas pelos atores sociais. Eis aí, como se nota, uma perspectiva epistemológica compartilhada por vários pesquisadores, tanto do lado da teorização enraizada, quanto do lado da etnografia, mas que não lhes é, contudo, exclusiva. (LAPERRIÈRE, 2008, p. 372).

3.4 A TEORIA FUNDAMENTADA (GROUNDED THEORY)

A *Grounded Theory*, ou teoria fundamentada nos dados, permite construir uma teoria a partir da análise sistemática dos dados coletados e analisados (GOULDING apud BIANCHI; IKEDA, 2008). A definição concisa talvez não deixe clara a riqueza de detalhes do procedimento de trabalho e resultado obtido com este tipo de pesquisa. É necessário esclarecer o que Glaser e Strauss²³ entendiam por teorias que, dessa forma, afirmam existirem dois tipos básicos de teorias: as formais e as substantivas. O primeiro tipo é composto do que os autores chamam as “grandes” teorias, conceituais e abrangentes, enquanto que o segundo tipo se refere

²³Barney Glaser e Anselm Strauss foram dois sociólogos fundadores do método da Grounded Theory.

a explicações para situações cotidianas, sendo, portanto, mais simples e acessíveis. Para Glaser e Strauss, o tipo de teoria a ser desenvolvido pela *Grounded Theory* se enquadra no segundo tipo, das teorias substantivas, ou a que foi desenvolvida por uma área de investigação empírica. Glaser e Strauss acreditavam que a teoria poderia ser usada para gerar teorias substantivas que, ao contrário das grandes teorias formais, explicariam melhor as áreas específicas da pesquisa empírica, já que essas teorias nasceriam diretamente de dados do mundo real (LAPERRIÈRE, 2008).

O termo *Grounded Theory* é traduzido para o português como teoria fundamentada em dados ou teoria enraizada. É um método qualitativo, tendo, portanto, muitas semelhanças com os demais métodos qualitativos, tais como a etnografia (estudo descritivo e interpretativo da realidade do grupo) e a fenomenologia, ou seja, quando há uma forte ênfase na subjetividade da realidade construída pelos respondentes (HANNABUSS *apud* BIANCHI; IKEDA, 2008).

Embora sua finalidade seja a construção de teorias, sua utilização não necessariamente precisa ficar restrita aos pesquisadores que tem esse objetivo de pesquisa. Para Strauss e Corbin *apud* Laperrière, “o pesquisador pode usar alguns, mas não todos os procedimentos para satisfazer seus objetivos de pesquisa” (LAPERRIÈRE, 2008, p. 356). A *Grounded Theory* sofre forte influência do interacionismo simbólico, uma perspectiva metodológica frequentemente discutida na literatura de sociologia e de psicologia social, que compreende observar e entender o comportamento a partir do ponto de vista dos participantes; aprender sobre o mundo dos participantes, suas interpretações de si mesmos no contexto de determinadas interações e sobre as propriedades dinâmicas das interações. A *Grounded Theory*, a fenomenologia, a etnografia e o interacionismo simbólico possuem muitas similaridades e diferenças sutis. Eles têm em comum, por exemplo, a investigação qualitativa, interpretativa e subjetiva da vida dos indivíduos e seus comportamentos; a observação e o uso de dados não estruturados. As diferenças envolvem questões profundas em relação aos conceitos de realidade e concepção de conhecimento, portanto não adentraremos nestas questões.

3.5 A ETNOGRAFIA

O método etnográfico que se refere à análise descritiva das sociedades humanas, rurais ou urbanas, grupos etc., de pequena escala, consiste em levantamento de todos os dados possíveis sobre o grupo com a finalidade de melhor conhecimento (LAKATOS, 2009). O

método etnográfico é um modo naturalista de investigar, baseado na observação, descritivo, contextual, aberto e profundo. O processo de investigação implica: aceder, manter e desenvolver uma relação com as pessoas geradoras de dados. Essa atividade exige certas habilidades e recursos; empregar uma variedade de técnicas para coletar o maior número possível de dados e/ou informações, aspecto que redundará na validade e confiabilidade do estudo; permanecer no campo o tempo suficiente para assegurar uma interpretação dos fatos observados e discriminar o que é regular, assim como utilizar teorias e conhecimentos para guiar e informar as próprias observações do que viu ou ouviu, redefinir o tema e depurar o processo do estudo.

Segundo Lakatos (2009), a investigação se inicia com uma ideia global ou temática do trabalho. Não exige especificidade, mas precisa compreender o sistema de significados próprios do pesquisador. Não se devem estipular antecipadamente hipóteses e categorias. Para a autora, a formulação demasiada específica do problema pode resultar contraproducente, podendo prejudicar a descoberta dos significados. O que se deve fazer é coletar o que é importante. A observação é a técnica chave dessa metodologia.

3.6 UMA ABORDAGEM MISTA

Mesmo que a Teoria Fundamentada e a Etnografia tenham em comum um alto grau de sistematização, visando à explicitação das estruturas e das regularidades dos fenômenos sociais, elas divergem quanto a seus objetivos finais. Como visto, a Teoria Fundamentada visa, em primeiro lugar, à elaboração de uma teoria, de certo modo fundamentada na realidade empírica, porém não constituindo dela uma descrição; os casos empiricamente observados não são aí considerados em si mesmos, mas sim, como instância dos fenômenos sociais observados. Ao contrário, a etnografia, ainda que também persiga objetivos teóricos, dá prioridade à descrição, a mais exata possível, da situação estudada.

Não obstante, como a ação será intervencionista e, de certa forma, estará formando professores, não foram utilizados apenas os procedimentos e técnicas que se aproximam da Teoria Fundamentada e da Etnografia, mas quaisquer outros procedimentos e técnicas que se fizeram necessárias para responder à questão proposta para a investigação. Por exemplo, como um passo a mais da etnografia, temos a pesquisa-ação ou investigação-ação, como prefiro

denominá-la, que segundo Fiorentini (2006), tem sido utilizada, com frequência, para fazer referência a uma modalidade de pesquisa de intervenção na prática, em que os pesquisadores e os participantes representativos do problema estão envolvidos de modo cooperativo. A investigação-ação é um processo investigativo de intervenção, em que caminham juntas a prática investigativa, a prática reflexiva e a prática educativa. Ou seja, a prática educativa, ao se tornar objeto de investigação, auxilia na produção de compreensões e orientações que podem ser imediatamente usadas na transformação dessa mesma prática, por conseguinte, favorecendo novas investigações (FIORENTINI, 2006). Ainda nesse processo, o pesquisador se introduz no ambiente a ser estudado, não só para observá-lo e compreendê-lo, mas, sobretudo para mudá-lo, em direções que permitam a melhora das práticas e maior liberdade de ação e de aprendizagem dos participantes. Fiorentini ensina que

Embora possamos considerar a pesquisa-ação como uma técnica especial de coleta de informações, ela também pode ser vista como uma modalidade de pesquisa que torna o participante da ação um pesquisador de sua própria prática e o pesquisador um participante que intervém nos rumos da ação, orientado pela pesquisa que realiza. Acreditamos que esse é o principal sentido da pesquisa-ação. (FIORENTINI, 2006, p. 72).

Sob essas condições e pressupostos, foram produzidos e coletados os dados da pesquisa que serão descritos a seguir. De certo modo eles buscaram contribuir para o desenvolvimento da autonomia do professor.

3.7 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS

A forma de coleta de dados sugerida pela *Grounded Theory* e pela Etnografia, portanto uma abordagem mista, é um apanhado de várias outras técnicas qualitativas, como: observação direta, entrevistas, análise de discursos, análise de conteúdo, diário de campo, grupo focal, entre outras. Glaser (apud LAPERRIÈRE, 2008) destaca que material de suporte já redigido é muito útil, já que o processo de comparações se baseia na real escolha e explicitação das palavras por parte dos envolvidos, como elementos de estudo e com material já escrito é minimizado o viés por parte do pesquisador. Os dados coletados são desmembrados, analisados e comparados sucessivamente. A comparação de diferenças e similaridades entre incidentes observados nos dados coletados é que promovem a diretriz para a busca de novos dados.

Uma boa forma de entender a sistemática do processo de comparação sucessiva e obtenção da teoria está no procedimento de codificação proposto por Strauss e Corbin (apud LAPERRIÈRE, 2008): aberta, axial e seletiva. O procedimento de codificação aberta consiste na decomposição, análise, comparação, conceitualização e categorização dos dados. A codificação axial é a fase seguinte do processo. Ela se faz necessária em função do grande volume de conceitos originados na fase anterior. Trata-se agora de analisar os conceitos selecionados, fazer uma reorganização e extrair deles uma ideia central e suas subordinações. Nessa fase, pode-se voltar ao campo, aumentar os elementos de análise e acessá-los, ou mesmo voltar ao conjunto de elementos inicial e fazer uma nova busca por dados.

A codificação seletiva é a fase mais abstrata, pois, nessa fase, o processo chega ao seu final, quando ocorre a saturação teórica, isto é, nenhum novo dado acrescenta novas nuances ao processo de análise e categorização. É validada e assume-se um compromisso com a categoria central definida. A categoria central é a que recorre mais desde a primeira fase de codificação e é a que mais tempo leva para ser saturada. A categoria central estabelece o paradigma da teoria, a qual será apresentada no decorrer das análises, a partir do processo de teorização.

Todos estes procedimentos podem ser realizados por meio de *softwares*, dentre os quais utilizamos o Atlas.ti, que foi desenvolvido especificamente para apoiar a investigação realizada com base na *Grounded Theory* (BANDEIRA-DE-MELO; CUNHA, 2003). É um programa sofisticado que permite a utilização de palavras, mas também de imagens. Permite, ainda, criar diagramas conceituais, que representam ligações entre ideias que vão surgindo.

Esses e outros programas podem ajudar, por arquivarem os comentários e as categorias que o investigador vai associando aos dados. No entanto, é o investigador que tem de realizar o trabalho criativo e sistemático de procurar conceitualizar os dados. Portanto, a análise e a interpretação dependem exclusivamente do pesquisador. Assim, a partir da objetividade dos registros e da “memória” por eles deixada, consegue-se avançar no processo de análise, controlando a subjetividade e teorizando de maneira apropriada.

Especificamente, utilizamos para a coleta de dados a observação participante e o diário de campo redigido pelas professoras participantes da pesquisa.

A *Observação participante* consiste na observação de fenômenos, de forma geral, qualquer que seja sua natureza e “constitui o núcleo de todo procedimento científico” (JACCOUD; MAYER, 2010, p. 254). Implica, necessariamente, num processo longo, pois o

tempo é um pré-requisito para os estudos que envolvem o comportamento e a ação de grupos. Uma fase exploratória também é importante, assim, a observação iniciou-se com uma visita prévia onde ocorreram as negociações com as professoras e a direção da escola, além do reconhecimento do campo de observação e a interação com os indivíduos envolvidos, no caso, estudantes, pedagogas, professores e diretores. A observação foi evoluindo de uma fase descritiva, no início, para uma fase de maior envolvimento do pesquisador com os professores e estudantes e de forma mais frequente e prolongada. A visita às escolas ocorria semanalmente e o trabalho era desenvolvido em três aulas, uma aula²⁴ para planejamento e duas aulas em sala de aula com os estudantes, nas quais ocorreram as observações das atividades desenvolvidas. As observações diárias foram registradas para futuras análises.

O *instrumento diário de campo* foi proposto pelo pesquisador para que as professoras produzissem um registro das suas ações, de forma livre, com tudo que observassem em suas aulas, pois, além de fornecer dados para a pesquisa, elas poderiam mostrar um pouco mais delas e do trabalho que desenvolvem. Além disso, solicitou-se que, em complemento ao registro das observações, as professoras deveriam fazer análises e reflexões dos acontecimentos, discorrendo sobre o que deu certo, o que deu errado, suas angústias e alegrias.

A partir dos dados coletados, foi possível iniciar o tratamento por meio da codificação livre, axial e por último a seletiva. As transcrições dos diários, das anotações produzidas durante as observações foram inseridas no *Software Atlas.Ti* para que se pudessemos destacar as codificações e, por fim, chegar ao processo de categorização, que será detalhado no próximo capítulo Análise e Interpretação dos Dados.

3.8 DESCRIÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DOS TEMAS DAS ATIVIDADES REALIZADAS

Turma da Professora L

Na turma da professora L, um 6º ano com 35 estudantes, foram trabalhados 3 temas durante o ano de 2014: Salada de Frutas, Pintura da Sala de Aula e Confeção de Pipa”.

²⁴ Essa aula faz parte da “hora atividade” do professor. No Paraná, 33% da carga horária do professor são destinadas ao estudo e planejamento das aulas.

Tema 1: Salada de frutas



Foto 1 – Salada de frutas I



Foto 2 – Salada de frutas II

Para o primeiro tema, os estudantes deram algumas sugestões, como: skate, carrinho de rolimã, salada de frutas e pizza. A professora fez questão de ouvir com atenção todos os defensores que propuseram os temas, solicitando sempre a opinião da turma. Um dos estudantes ponderou que o tema poderia ser salada de frutas ou pizza, pois eles poderiam vender e arrecadar algum dinheiro para ajudar nos custos de um passeio da turma. A ideia foi bem aceita e, após algumas considerações da professora sobre os custos envolvidos, todos concordaram que a salada de frutas, no momento, seria mais viável.

Definido o tema, a professora e o pesquisador passaram a planejar as etapas do trabalho e ficou claro que havia uma questão central a ser respondida: Qual o custo de um pote de salada de fruta? Com o valor do custo apurado seria possível definir o valor para venda. Mas antes de iniciar o trabalho, a professora reuniu-se com a direção para explicar o trabalho e solicitar autorização, já que envolveria algumas dependências da escola e os clientes seriam os professores, funcionários e estudantes das outras turmas.

Após tudo autorizado, a professora e o pesquisador passaram a explicar aos estudantes as etapas do trabalho e durante a conversa os estudantes começaram a sugerir valores para a venda do pote de salada de frutas; alguns “chutaram” R\$ 1,00, outros R\$ 2,00 e até R\$ 5,00. Um estudante disse que ninguém compraria se fosse mais que R\$ 3,00. A professora então explicou que não é possível ser assim, “chutando”, pois se definirmos para venda R\$ 1,00 e o custo por pote for superior a isso, teríamos prejuízo. Eles entenderam e questionaram: “Então professora, como a gente faz? ”. A professora explicou que, primeiramente, precisávamos determinar o custo de um pote de salada de fruta, para depois definir o preço de venda.

Após ouvir e incentivar a participação dos estudantes, a primeira providência foi escolher quais frutas comporiam a salada de fruta e as sugestões deles foram as mais variadas, então definiram cinco frutas que eram fáceis de encontrar e tinham menor preço: laranja pera, banana nanica, morango, mamão formosa e maçã Fuji. Seguindo as etapas da Modelagem (BURAK, 2004), eles ficaram de fazer uma pesquisa nos mercados sobre os preços dessas frutas. Para surpresa de todos, só para a maçã Fuji, foram encontrados mais de 12 preços diferentes. Surge, então, o primeiro problema com base na pesquisa: qual preço utilizar? Um estudante disse que deveria ser o mais barato, todos concordaram, mas a professora ponderou que a princípio não seria possível utilizar o menor preço, pois não temos garantia que quando formos fazer a salada para vender o preço seja o mesmo, visto que os preços das frutas sofrem altas e baixas quase toda semana, por conta da época, das chuvas, do frio, do calor entre outros motivos. A professora explicou que para este caso seria viável fazer uma média dos preços.

Como os preços são números decimais, ou seja, “quebrados”, R\$ 1,59, por exemplo, a professora ficou em dúvida sobre o que fazer e pediu ajuda ao pesquisador, pois esse assunto no programa da disciplina só é trabalhado no último bimestre do ano e estávamos no primeiro bimestre. Em reunião de planejamento e de reflexão com a professora, reforçamos que o currículo pode ser linear, mas o trabalho do professor não precisa ser linear, que ela poderia

trabalhar os números decimais e suas operações naquele momento. Ela ficou receosa, mas assim foi feito.

Com a orientação da professora, os estudantes elaboraram o seguinte problema: Quantos potes são necessários se utilizarmos 1 kg de cada fruta na preparação da salada de fruta? Primeiramente, a professora trouxe para sala 1kg de cada fruta e fizeram uma salada, enchendo um total de 15 potes. Para encontrar o custo de um pote, eles seguiram os seguintes passos:

1º) Somaram os preços do quilograma de cada fruta e dividiram pelo total de preços pesquisados encontrando a média aritmética do preço do kg de cada fruta, mas antes a professora fez uma revisão de conteúdo relativo à “massa” e explicou as operações com número decimais, principalmente soma e divisão e o conceito de média aritmética.

2º) Encontrado o preço médio do kg de cada fruta, eles somaram e chegaram ao preço total de R\$ 11,12, valor necessário para comprar um kg de cada fruta e encher 15 potes. Dividindo R\$ 11,12 por 15 encontraram o valor de R\$ 0,74 que é o custo das frutas para cada pote. Somando R\$ 0,16, referente ao custo do pote e uma colher, chegaram ao valor de R\$ 0,90 de custo total para cada pote.

Com o custo de um pote calculado, eles passaram então a definir o valor que deveriam vender, levando em conta o custo apurado e o preço máximo que seus colegas poderiam pagar pelo pote, visto que é uma escola na qual a maioria são estudantes de baixa renda. Decidiram vender por R\$ 2,00, tendo um lucro de R\$ 1,10 por pote. A professora ponderou aos estudantes que seria interessante realizar as vendas de forma antecipada, assim saberíamos quantos potes seria necessário preparar e não teríamos sobras e consequentemente prejuízo. Foram então confeccionados os cartões para venda e os estudantes foram a campo e conseguiram venderam 100 potes de salada de frutas. Com um lucro de R\$ 1,10 por pote o lucro total foi de R\$ 110,00 que ajudou e muito nas despesas do passeio da turma.

Esse primeiro tema foi concluído em 3 meses de trabalho, sendo possível explorar vários conteúdos matemáticos no contexto do tema, além de discussões pertinentes como o preço e consumo de frutas, as escolhas de frutas da época, o uso de agrotóxicos e a preocupação com o preço de venda e a dedicação de todos na preparação da salada de frutas.

Tema 2: Pintura da sala de aula

O segundo tema apareceu naturalmente durante conversas em sala de aula entre os estudantes e a professora, uma preocupação deles com o ambiente da sala de aula,

especificamente com as paredes que apresentavam muitos riscos e pintura desgastada. O tema então ficou sendo a Pintura da Sala de Aula. De imediato, já questionariam a professora se teriam que seguir novamente todas as etapas e com a resposta positiva da professora já começaram a organizar os grupos para o início dos trabalhos. A professora e o pesquisador entraram em contato com a direção da escola para informar sobre o tema escolhido e a viabilidade financeira de tal projeto. O diretor informou que as verbas eram escassas e que precisaria fazer um cálculo de custo para decidir sobre a pintura da sala. Informamos a ele que os estudantes poderiam fazer esse trabalho e ele concordou.

O problema foi levado aos estudantes e a segunda etapa da modelagem teve início com a pesquisa de dados para calcular o custo de pintura da sala. Percebi que a professora estava com dúvidas por onde começar e solicitei a ela que deixasse os estudantes darem palpites que, aliás, foram muitos. Dentre os diversos palpites, um deles foi que tínhamos que determinar as medidas das paredes e, nesse momento, a professora descobriu por onde começar. Com as medidas das paredes foi possível determinar a área e, conseqüentemente, a quantidade de tinta e valor da mão de obra.

Com as medidas realizadas, a professora passa para terceira etapa, elaboração dos problemas e fica surpresa com a quantidade de problemas elaborados pelos estudantes. Não matemáticos, como: Qual a cor da tinta que iremos utilizar? Como matemáticos: Quantas latas de tinta precisaremos comprar? Qual o custo para pintar a sala? Para responder às questões propostas, a professora explica que o primeiro problema a ser resolvido é a determinação da área a ser pintada e passa a ensinar o conteúdo Área de Figuras Planas, dando mais ênfase às áreas do retângulo e do quadrado, que são as figuras geométricas que formam as paredes, as janelas e a porta da sala.

Após a explicação do conteúdo, os estudantes passaram a resolver os problemas e determinarem a área da sala a ser pintada, para, depois, voltarem às pesquisas para determinar a quantidade de litros de tinta necessários para a pintura. As informações foram buscadas diretamente nas latas de tintas e no site dos fabricantes. A sala possui duas cores, sendo a parte inferior da parede sendo pintada com tinta óleo e escura e a parte superior com tinta clara látex. Após os cálculos, chegaram à conclusão que iriam precisar de 5 litros de tinta látex claro e 3 litros de tinta óleo escura para pintura das paredes da sala com duas demãos. A professora levou os estudantes de volta à sala de informática para que acessassem o site de uma fabricante de tinta que possui um simulador, você informa a área a ser pintada e o programa indica a

quantidade de tinta necessária; os estudantes ficaram maravilhados, pois a diferença foi muito pequena em relação ao valor que eles encontraram; o simulador indicou 5,2 litros para tinta clara e 2,8 para a tinta escura.

Essas informações foram passadas para a direção, que informou que seria possível adquirir a tinta e que não precisariam incluir a mão de obra no custo porque ele iria designar um funcionário para fazer a pintura. Os estudantes queriam fazer a pintura, mas por motivos óbvios, isso não foi autorizado.

Esse tema durou aproximadamente 3 meses e a professora conseguiu trabalhar vários conteúdos matemáticos como unidades de medidas, áreas de figuras planas, porcentagens, revisão das operações básicas, frações, ficando destacado o desenvolvimento da professora e dos estudantes em relação as etapas da modelagem, do trabalho em grupo e da preocupação em melhorar o ambiente onde eles passam boa parte do dia.

Tema 3: Pipa



Foto 3 - Pipa

Esse tema foi proposto por alguns meninos da turma e não foi bem aceito pelas meninas, mas, após algumas deliberações entre eles, chegaram a um acordo e ficou decidido que o tema seria este: pipa. A professora, então, mais segura, informa que o próximo passo eles já sabiam, realizar uma pesquisa sobre o tema. Todos se dirigiram à sala de informática e em duplas começaram a pesquisar sobre pipas e à medida que iam lendo começaram a se empolgar,

principalmente as meninas que estavam um pouco desmotivadas com o tema. A história da origem das pipas chamou muito atenção, a quantidade de modelos também. A professora informou que eles deveriam anotar tudo que achassem importante. Um item da pesquisa chamou a atenção, alguns estudantes perguntaram se eles poderiam utilizar “cerol” na linha, a professora disse que não e pediu que todos pesquisassem sobre o “cerol”. Logo descobriram que era proibido por lei porque poderiam causar graves acidentes, visto que sua composição é cola e vidro moído.

Em conversa com a professora durante o planejamento dos trabalhos e reflexões sobre as ações realizadas e a realizar sobre o tema, senti a professora muito satisfeita pelo andamento dos trabalhos. Ela relatava que os estudantes estão mais disciplinados, interessados, trabalhando com mais afinco, mais educados e que ela já não registrava no seu diário problemas com indisciplinas. Contudo, nem tudo eram flores, ela também informa sua preocupação em ter que realizar avaliações e dificuldade em trabalhar sozinha quando o pesquisador não está junto, inclusive fugindo do tema e indo para o livro didático, pois se sente segura.

Dando continuidade com os dados coletados, os estudantes passaram a elaborar os problemas. A professora estava preocupada, achando que eles teriam dificuldade em elaborar problemas com esse tema e tinha preparado uns 5 problemas para trabalhar em sala com eles, mas, para sua surpresa, chegando na sala, todos começaram a falar ao mesmo tempo, um tentando dizer que tinham elaborado 10, outro 12, outro só 8, outro 14. O pesquisador confessou à professora que também ficou desconfiado e foram ver os problemas e foi impressionante, eram problemas matemáticos e não matemáticos como nos outros temas, e eram problemas muito bons. Qual a altura que uma pipa pode atingir? Qual o custo de fabricação de uma pipa? Porque uma pipa tem que ter “rabo”? E qual deve ser o seu tamanho? Qual material utilizar para fabricar pipa?

A professora foi anotando todos os problemas no quadro e descartando os repetidos e alguns fora do tema. Com o desenrolar do trabalho, outros problemas foram aparecendo, elaborados pelos estudantes e pela professora. Por exemplo: Porque as varetas precisam ser perpendiculares na estrutura, ou seja, formar ângulo de 90 graus (ângulo reto)?

Era possível observar que muitos estudantes não possuíam habilidades manuais para algumas partes da pipa, principalmente com a estrutura, e foi interessante observar muitos meninos que terminavam as suas pipas e passavam a ajudar os colegas, inclusive estudantes

que costumavam apresentar sérios problemas de indisciplina. Isso também foi observado pela professora que estava bem envolvida com eles nos grupos trabalhando para concluir o trabalho.

Finalizando o trabalho, todos se dirigiram a um campo de futebol, no qual havia segurança, e começaram um campeonato de pipas, foi uma manhã muito divertida, que contribuiu e muito para o relacionamento entre a turma e da turma com a professora.

Turma da Professora C

Nesta turma, um 9º ano do ensino fundamental, com 18 estudantes também foram trabalhados 3 temas durante o ano de 2014: Consumo de Energia Elétrica do Chuveiro, Teodolito e Aquecedor Solar. A professora escolheu essa turma por apresentar sérios problemas de indisciplina, desmotivação e, conseqüentemente, problemas de aprendizagem.

Após explicar para a turma como seria o trabalho a ser desenvolvido foi possível perceber o tamanho do desafio, pois eles não tinham reação alguma. Ao fim da explanação, a professora perguntou se tinham alguma dúvida, se tinham entendido a proposta e nenhuma resposta, nem sim, nem não. A docente apresenta o pesquisador que tenta uma abordagem diferente, mais individual, tentando conhecer cada um deles e aos poucos eles começam a falar, a fazer uma brincadeira com algum colega e a conversa começou a fluir. O pesquisador aproveita e volta a falar de Modelagem e explicar novamente como será o trabalho a ser desenvolvido e começa a conversar sobre a escolha do tema. Finalmente um dos estudantes relata uma preocupação do pai dele, que é o consumo de energia elétrica na sua casa, mais especificamente sobre o gasto com o chuveiro. Nesse momento, a professora intervém e pergunta se não poderia ser este o tema. Alguns permanecem do jeito que estavam, mas outros concordam que seria interessante estudar isso, então a professora bate o martelo, o tema será o Consumo de Energia Elétrica do Chuveiro.

Tema 1: Consumo de Energia Elétrica do Chuveiro

Definido o tema, a professora passa a explicar a próxima etapa, a pesquisa de dados. E durante a explicação, fica claro que esse tema possui uma questão central para ser respondida. Qual a participação do custo do consumo do chuveiro na fatura de energia elétrica? Para responder a essa pergunta, a professora observa que eles terão que pesquisar a fatura e encontrar

uma forma de medir qual o consumo de energia elétrica do chuveiro da casa de cada um. Nesse momento, precisamos intervir, pois a professora estava dando todo o encaminhamento ao trabalho, não permitindo que eles falassem, dessem palpites e sugestões. Solicitamos, então, que eles pensassem sobre o tema e que na próxima aula eles trouxessem ideias, sugestões de como seria possível determinar o consumo de energia do chuveiro e que trouxessem alguma fatura de energia elétrica da sua casa.

Na semana seguinte, primeira aula com a turma, a professora iniciou cobrando deles a tarefa dada, mas como resposta, silêncio total. A professora, já impaciente, pergunta se eles haviam entendido a tarefa e nada. O pesquisador percebendo que eles não se deram ao trabalho de pensar no assunto, então decide fazer isso naquele momento, novamente iniciando um diálogo individual com alguns estudantes e aos poucos eles começam a falar e a dizer que não pensaram em nada. O pesquisador pergunta se trouxeram a conta de energia e verifica que metade da turma não trouxe, mas não vê problema e pede que constituíssem duplas para estudar a conta de energia.

Durante a análise da conta, eles percebem vários dados e a professora passa a explicar que significa cada item da conta. Num dado momento, enquanto ela está falando sobre a unidade de consumo, Kwh, ou seja, que a energia consumida é a potência multiplicada pelo tempo, um estudante dispara: “professora, para saber então o consumo do chuveiro, basta então multiplicar a potência do chuveiro pelo tempo que é utilizado?”. E a professora responde que é exatamente isso. No mesmo instante uma estudante completa, então temos que medir o tempo de banho de todo mundo lá de casa? Sim, responde a professora. Nesse momento, o pesquisador decide intervir e propõe que eles façam uma tabela e coloque numa coluna o nome de todos os membros da família e que façam pelo menos umas 3 medidas de cada um durante a semana, pois o tempo de banho de cada um pode variar. A professora complementa dizendo para eles tentarem fazer isso de forma discreta, sem avisar a família, pois isso poderia influenciar uma mudança nos hábitos deles.

E assim eles fizeram, quer dizer nem todos, alguns ainda continuavam passivos e não fizeram a tarefa. A professora percebeu também que alguns não fizeram as medidas corretas e talvez até tenham inventado os valores, mas pedimos à professora que relevasse e apenas aproveitasse os dados deles, principalmente aqueles que poderiam ser comprovados ou os inventados. Evidentemente, a professora aproveitou para fazer alguns comentários sobre honestidade é ética. Com os dados em mãos, a professora sugeriu que eles elaborassem algumas

questões, problemas, que ajudassem a responder à questão principal, mas ela não teve sucesso e teve que escrever alguns problemas, como, por exemplo: Determine o tempo médio de banho de cada membro da família? Pois para um indivíduo foi marcado 15 minutos, 10min e 13min. Encontrado o tempo médio, em minutos, a professora explicou como fazer para transformar em hora, visto que a unidade que está na fatura de energia é dada em horas. Finalmente, olhando a potência do chuveiro, foi possível determinar quanto que a família gasta somente com o chuveiro elétrico e eles ficaram impressionados quanto que o consumo representa do total da conta e disseram que iriam mostrar o estudo para os pais e tentar convencê-los a reduzir o tempo de banho.

Esse tema durou aproximadamente 2 meses para ser concluído. No princípio, a professora estava bem desalentada pela total desmotivação dos estudantes, mas, ao final, ela estava mais otimista, pois os estudantes demonstraram sinais positivos de que era possível avançar.

Tema 2: Teodolito

Esse tema partiu da curiosidade de um dos estudantes, ele ouviu falar sobre esse aparelho e ficou curioso. A professora explicou que é um aparelho que mede ângulos, tanto na horizontal como na vertical e é utilizado por diversos profissionais, como topógrafos, engenheiros, navegadores e astrônomos. Dissemos que era possível construir um com materiais simples e medir distâncias inacessíveis como a largura de um rio sem atravessá-lo ou a altura de uma montanha sem subir nela. Eles foram ficando interessados e a professora perguntou se esse poderia ser o próximo tema; e eles concordaram.

Passando para a segunda etapa, eles fizeram uma pesquisa na internet sobre teodolito, trouxeram fotos de vários modelos e explicações do funcionamento. Encontraram também um modelo construído com transferidor, uma caneta e um fio pendurando, conforme o pesquisador havia dito. A professora pediu então que eles trouxessem então o material na próxima aula para construção do teodolito. O pesquisador informou apenas que esse modelo só consegue medir ângulos na vertical, então só seria possível calcular a altura de um poste, de uma árvore, do ginásio da escola por exemplo.

Na aula seguinte, levaram o material e, com a orientação da professora e do pesquisador, eles começaram a trabalhar no teodolito, evidentemente que com total falta de habilidade em

trabalhos manuais. Por isso, a professora pediu que fizessem com todo capricho, pois poderia dar diferença na hora das medições. Mesmo durante a construção, a professora conseguiu trabalhar vários conteúdos matemático com eles, pois a caneta que é utilizada como luneta, precisa ficar bem na linha que liga o 0° a 180° e a linha esticada por um objeto (uma pedra) amarrada na sua extremidade deve figurar bem no centro do transferidor e quando a linha estiver esticada pela força gravitacional e perpendicular à caneta, significa que a caneta está na horizontal.

Com o instrumento pronto, a professora passa a elaborar alguns problemas com os estudantes, como, por exemplo. Qual a altura da caixa de água da escola? Para responder a essa pergunta, a professora passa a explicar as relações e razões métricas no triângulo retângulo. Durante a explicação eles percebem que para determinar a altura da caixa d'água eles vão precisar da distância de um ponto a caixa e do ângulo de inclinação entre a horizontal e o ponto mais alto da caixa d'água e utilizar uma das razões trigonométricas, no caso a tangente.

A professora registra que já é possível perceber que eles estão bem diferentes do início do ano, eles já conversam mais, participam mais, dão palpites. O pesquisador percebe que a professora sente dificuldade em trabalhar com os conteúdos e a lidar com o trabalho em grupo, devido ao tumulto que gera. Por segurança, sempre que possível recorre aos exemplos do livro didático, fugindo do tema. Outra coisa é a preocupação excessiva com a avaliação e recuperação de notas, de certo modo, por conta de cobranças da direção da escola.

O tema chega ao fim com resultados positivos e animadores, tanto em relação aos estudantes quanto às mudanças observadas na prática da professora.

Tema 3: Aquecedor solar



Foto 4 – Aquecedor solar com placa de pvc

A escolha do terceiro tema foi bem concorrida. Os estudantes apresentaram vários temas como: aeromodelismo, produção de queijo, fabricação de cerveja e vinho, cultivo de batata, motores e aquecedor solar. Ouvidos todos os argumentos, a professora explicou que alguns seriam interessantes, mas inviáveis, como a fabricação de cerveja e vinho, por conta de serem bebidas alcoólicas e isso poderia causar polêmicas. Colocado em votação, eles escolheram como tema o aquecedor solar. O estudante que deu a ideia argumentou que durante o estudo do Tema 1 - Consumo de energia elétrica pelo chuveiro, em sua casa, o valor encontrado foi muito elevado, pois a família tem o hábito de tomar banhos demorados. Ele relatou que tentou convencer a família sobre a necessidade de reduzir o tempo de banho, mas sem sucesso e resolveu pesquisar sobre o aquecedor solar e descobriu que para eles era inviável devido ao alto custo. Mas durante a pesquisa encontrou vários sites com textos e vídeos mostrando ser possível construir aquecedores com materiais alternativos e até recicláveis e essa era a proposta dele, estudar o aquecedor solar de baixo custo.

Com o tema definido, a professora orientou, então, que eles passassem a segunda etapa da Modelagem, o levantamento de dados. A etapa foi rápida, pois existe farto material sobre o assunto. Com base nos dados levantados eles passaram para terceira fase, elaboração dos problemas, que foram muitos, impressionando tanto a professora quanto o pesquisador. Problemas como: Porque a água quando esquentada sobe para caixa d'água? Para uma caixa de água com capacidade de 1000 litros, qual o tamanho da placa receptora? Qual a temperatura máxima que a água chega? O que fazer quando não tiver sol? Qual o custo para fabricação do aquecedor solar? Depois de aquecida a água, quanto tempo para ela esfriar? Que influência tem o tamanho da placa no aquecimento da água, uma placa maior, aquece mais ou mais rápido?

Duas questões chamaram a atenção da professora, a primeira e a última descritas acima. A primeira porque envolvia conhecimentos de ciências. Por conta disso, achamos que seria interessante um trabalho interdisciplinar com a professora de ciências, que ela poderia trabalhar esse tópico com os estudantes, mas infelizmente não tivemos sucesso, a professora de ciências informou que ela iria abordar esse tema somente no final do ano. A solução foi o pesquisador assumir a aula e explicar o assunto, fazendo inclusive um experimento em sala, comprovando que a água quando aquecida aumenta de volume, fica menos densa e sobe pelo cano.

Quanto à última questão, sua resposta foi bem trabalhosa. Para responder, foi necessário construir quatro aquecedores, um com reservatório grande e placa grande, outro com reservatório grande e placa pequena, outro com reservatório pequeno e placa grande e outro

com reservatório pequeno e placa pequena. Os estudantes relacionaram todo o material necessário e o levantamento dos custos. A professora organizou a turma em grupos para trabalhar na construção dos aquecedores sob a orientação do pesquisador. Esse foi um momento muito rico, todos os estudantes participaram, ficou muito evidente quanto melhorou o relacionamento e a comunicação entre eles e entre eles e a professora. Eles se reuniram durante as aulas de matemática e em horários extraclasse para concluir o trabalho.

Com os aquecedores prontos, a professora explicou o próximo passo, eles teriam que medir as temperaturas dos quatro aquecedores de 15 em 15 minutos e registrar os dados em uma tabela para futura análise e encontrar resposta para a questão levantada. Os estudantes foram separados em grupo e cada grupo ficou responsável por um horário durante o dia, as medições começaram às 8h e a intenção era concluir às 17h. Aconteceu; porém, um imprevisto, a placa de PVC utilizada para circulação da água era colada em canos na parte inferior e superior, mas a cola não suportou as altas temperaturas, pois às 13h a temperatura da água registrou 60° Celsius e, nesse momento, começou a vazar água e tivemos que interromper as medições. No dia seguinte, de volta ao laboratório, consertamos as placas, reforçando a vedação, mas novamente ocorreu o mesmo problema: quando a temperatura chegou a 60°C começou a vazar novamente e tivemos que desistir mais uma vez.

Na aula seguinte, a professora e os estudantes voltaram às pesquisas e encontraram outro modelo de aquecedor feito com material reciclado: garrafa pet e caixa de leite longa vida.



Foto 5 – Aquecedor solar com garrafas pet

Pela análise dos materiais e a forma de montagem, verificaram que o problema de vazamento estaria resolvido e assim fizeram. Os aquecedores ficaram prontos e marcaram um dia para as medições das temperaturas. Os estudantes novamente em grupos ficaram das 8h às 17h e registram as temperaturas de 15 em 15 minutos em uma tabela. De posse das tabelas, os estudantes passaram a fazer as análises dos dados coletados e a professora percebeu que para analisar os dados teria que trabalhar o conteúdo de funções. Todavia, como já estavam no terceiro tema, ela sabia que apesar desse conteúdo estar no programa do 1º ano do ensino médio, ela poderia trabalhar tranquilamente nessa turma que é do 9º ano do ensino fundamental.

O trabalho foi concluído, todos os problemas respondidos e vários conteúdos matemáticos e não matemáticos trabalhados. Ficou claro a evolução da prática da professora, comparando ao primeiro tema, no qual *ela se mostrava preocupada com a indisciplina, o desinteresse da turma, de que forma trabalharia* os conteúdos e as avaliações. Nesse último tema dois fatos se destacavam: primeiro, a relação da professora com os estudantes, eles estavam mais amigáveis e afetivos; segundo, a consciência ecológica dos estudantes, por terem feito um estudo com a utilização de energia limpa.

Turma da Professora M

A professora M também escolheu uma turma do 9º ano do ensino fundamental, mas com 35 estudantes. A turma tem um perfil disciplinado, pois a professora é bem rígida nesse quesito, mas a turma está muito desmotivada e desinteressada em quase tudo o que se refere à escola, e foi esse o motivo da escolha da turma pela professora. Ela sempre foi professora deles e percebeu que durante os últimos anos eles vêm, ano a ano, perdendo o interesse em estudar. Nessa turma, também foram trabalhados 3 temas durante o ano de 2014: Petróleo, Relógio de Sol e Aquecedor Solar.

Tema 1: Petróleo

Após uma explanação da professora sobre o trabalho que seria realizado, eles passaram a sugerir temas e a professora foi anotando no quadro. De todos os temas que surgiram, eles acabaram escolhendo Plataforma de Petróleo, mais especificamente o estudante que sugeriu o tema queria saber como a plataforma flutuava e como se extraia o petróleo do fundo do mar.

Com o tema definido, a professora explicou que agora já poderíamos partir para segunda etapa, na qual eles teriam que fazer uma pesquisa sobre o assunto. Desse modo, na aula seguinte, os estudantes foram para a sala de informática. Durante a pesquisa, os estudantes começaram a encontrar muitos dados sobre petróleo e resolveram não pesquisar somente sobre as plataformas, mas sobre petróleo de maneira geral, e a professora concordou, então, mudaram o título do tema apenas para Petróleo.

Eles conseguiram muitos dados e também elaborar muitos problemas, mas um se destacou: Como se faz para determinar a idade do petróleo? Eles leram nas pesquisas que era utilizado o método de datação por carbono 14, mas não entenderam e queriam saber mais sobre isso. Nesse momento, percebemos uma insegurança na professora, pois, para responder a essa pergunta, o conteúdo matemático utilizado é logaritmo e o assunto é ensinado no 1º ano do ensino médio. Na reunião de planejamento, de avaliação e de reflexões entre a professora e o pesquisador, ela se mostrou preocupada com o assunto. Como iria ensinar logaritmo em uma turma do 9º ano do ensino fundamental? O pesquisador orientou que ela poderia ensinar a ideia e o conceito de logaritmo sem muito aprofundamento, só o necessário para que eles entendessem o conceito e pudessem resolver o problema. Ele pediu para que ficasse tranquila, porque já foi feito antes e eles conseguem acompanhar sem problemas. Não obstante, ela achava que não porque nem mesmo ela tinha segurança para ensinar tal conteúdo. Percebendo a sua insegurança e a proximidade da aula, o pesquisador decide, então, assumir a aula. Não foi a melhor solução, mas serviu para boas reflexões.

Tudo aconteceu de forma normal para um primeiro tema, a professora se apresentou insegura para trabalhar as etapas da Modelagem, uma preocupação excessiva com a avaliação e a indisciplina, e sempre buscava a fuga do tema, trabalhando assuntos do livro seguindo o currículo linear, pois determinados conteúdos precisavam ser estudados. As conversas sobre essas questões eram recorrentes e o pesquisador sempre a tranquilizava retornando por diversas vezes aos textos já estudados sobre o trabalho com a Modelagem Matemática. O tema foi concluído em dois meses e foi possível registrar vários avanços nas atitudes da professora e dos estudantes, mas era claro que o caminho, ainda era longo.

Tema 2: Relógio de Sol

Para o segundo tema, os estudantes e professora já estavam com um entendimento melhor sobre as etapas da Modelagem e foram sugeridos vários temas, como futebol, construção de pontes e astronomia. Durante conversas em sala de aula entre professora, estudantes e pesquisador sobre os temas, quando o pesquisador falava mais especificamente sobre Astronomia, um assunto se destacou, o relógio de sol. Assim, os estudantes queriam saber mais sobre ele. Após a explanação do pesquisador, os estudantes gostaram e sugeriram que o tema fosse Relógio de Sol.

A professora explicou que eles teriam que fazer a pesquisa sobre o tema escolhido, que anotassem todas as informações sobre relógio de sol e que tal atividade seria avaliada. Os estudantes partiram para a sala de informática e iniciaram a pesquisa, anotando todas as informações, desde a origem até os tipos de relógios possíveis de se construir. Durante a pesquisa eles perceberam a necessidade de estudar e determinar a latitude do local, o norte geográfico e magnético da terra e o ângulo de inclinação do ponteiro com a horizontal, ou seja, descobriram que a posição e ângulo do relógio é importante para determinar as horas de forma correta. Com isso, foi possível elaborar variados e bons problemas, deixando a professora insegura, mas não tanto como no primeiro tema, pois sabia que poderia contar com o pesquisador.



Foto 6 – Relógio de sol – Determinação do norte geográfico

Após os estudos dos conteúdos e da construção de um relógio pequeno em papel cartão, a professora foi com os estudantes até o pátio da escola para que encontrassem o norte

geográfico, posicionasse o relógio e conferisse se a hora estava correta. Apenas dois grupos tiveram problemas: o primeiro, porque o relógio foi mal construído, e o segundo, porque erraram ao determinar o norte geográfico. A professora identificou esses problemas e eles refizeram o trabalho e conseguiram determinar a hora correta. O comportamento dos estudantes nessa etapa foi exemplar, muito diferente do início dos trabalhos. Conversando com a professora sobre isso, ela afirma que eles estavam melhorando devido às constantes distribuições de “brincas”, mas o pesquisador questiona desde quando eram essas “brincas”, e ela responde que eram desde o 6º ano. e então, o pesquisador faz novo questionamento: Se essas brincas eram constantes e há mais de 3 anos, porque só agora se percebe essa mudança favorável no comportamento deles? Não seria também por conta dessa experiência que eles estão vivendo com a Modelagem? Ela ficou pensativa e refletindo sobre isso.

Concluído esse trabalho, em uma reunião de planejamento e de reflexões, ela disse que precisava realizar uma avaliação sobre o relógio de sol e o pesquisador ponderou que o trabalho já estava avaliado, já que todos participaram do trabalho e todos os relógios funcionaram perfeitamente. Porém, ela insistiu porque precisava saber se todos entenderam os conteúdos trabalhados e, ainda citou os dois grupos que não acertaram na primeira tentativa e que tiveram que refazer o trabalho, não era justo que eles obtivessem a mesma avaliação.

Concluído essa etapa, surgiu entre os estudantes a ideia de construir um relógio de sol em dimensões maiores no pátio da escola de forma definitiva, mas, em reunião com a direção da escola, eles informaram que as áreas que seriam possíveis são destinadas à circulação dos estudantes e que seria difícil autorizar qualquer construção. Entretanto, a diretora deu uma ideia que eles gostaram, a de construir o relógio em alguma praça da cidade ou no bairro em que se localiza a escola. Num rápido passeio pelo bairro, foi possível identificar dois locais para a construção do relógio de sol. O próximo passo foi conversar com o secretário de obras do município, que acolheu a ideia e que iria tomar as providências para liberação da obra e que os estudantes ficassem encarregados de apresentar o esboço do projeto. Infelizmente, pouco tempo depois, o prefeito trocou o secretário e o projeto foi engavetado, mas com a promessa que assim que possível será retomado.

Tema 3: Aquecedor solar



Foto 7 – Aquecedor solar com garrafas pet II

Esse tema foi inspirado na turma do 9º ano da professora C, pois, durante uma conversa com a turma sobre a escolha do terceiro tema, uma aluna relatou que a cozinha na qual é preparada a merenda da escola não tinha água quente para as funcionárias lavar as louças e sempre ouvia reclamações delas. Com o tema, ela estava propondo uma forma de aquecer a água da cozinha. O pesquisador, então, detalhou para a turma o tema desenvolvido na outra escola e eles gostaram e elegeram como terceiro tema o aquecedor solar, mas com objetivo de construir um aquecedor para ser utilizado na cozinha da escola.

Na aula seguinte, os estudantes já estão na sala de informática para as pesquisas, e já com alguma experiência eles conseguem levantar muitos dados e modelos de aquecedores solares, tanto industriais como construídos com materiais alternativos. Os industriais foram descartados devido ao alto custo e alguns estudantes apresentaram o modelo feito com placas de PVC e outros de garrafa pet e de caixa de leite longa vida. A experiência com a outra escola, que também trabalhou o mesmo tema, ajudou nessa fase; assim, o pesquisador explicou o que havia acontecido com o problema da cola e dos vazamentos e ficou decidido que as placas seriam de garrafas pets.

Com todos os dados levantados, a professora organizou os estudantes em grupos e eles começaram a elaboração dos problemas para serem resolvidos. Foi possível observar como aqueles estudantes estavam diferentes, mais disciplinados, mais interessados, focados no trabalho. Eles conseguiram elaborar variados e bons problemas, como, por exemplo: Qual a inclinação que deve ter a placa coletora? Qual o volume da caixa d'água necessário para ser

utilizado na cozinha? E alguns problemas iguais aos apresentados pela outra turma, como, por exemplo: Qual o tamanho da placa necessária para aquecer uma caixa de 10 mil litros de água? Qual a relação entre o tamanho da placa e o tamanho do reservatório?

Como base nos problemas elaborados, a professora propôs a mesma atividade da outra turma, ou seja, a construção dos quatro aquecedores para estudar a relação entre o tamanho da placa do reservatório e o valor da temperatura, e os estudantes concordaram. Na semana seguinte, eles providenciaram as garrafas e as caixas de leite e iniciamos as construções, com total envolvimento da turma. Com os aquecedores prontos, a professora separou a turma em grupos e marcou um dia para tirar as medidas das temperaturas. No dia acertado, eles começaram às 9h da manhã e foram até as 17h, marcando em uma tabela as temperaturas de 15 em 15 minutos. Ficaram fascinados com a temperatura máxima conseguida, mais de 70° Celsius, e comentaram que a escola teria que mexer nos canos para misturar com água fria e ter uma água morna nas torneiras.

O trabalho foi concluído e a professora conseguiu trabalhar vários conteúdos como: densidade da água, unidades de medidas, ângulos, razões trigonométricas, áreas, volumes e funções, além de outros assuntos não matemáticos, como consciência ambiental e energia limpa. É importante destacar que os aquecedores foram montados no pátio da escola e isso despertou curiosidade e interesse de todos, inclusive de vários pais, que elogiaram o trabalho e que iriam estudar a possibilidade de instalar um desses em casa, pois funcionavam e eram baratos. Os estudantes apresentaram os resultados para a direção que ficou de estudar a viabilidade financeira de instalação do aquecedor na cozinha.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Teorizações sobre a prática do professor de Matemática no trabalho com a Modelagem Matemática

Este capítulo é dedicado à análise e à interpretação dos dados de pesquisa, articulando a problemática levantada e o referencial teórico. Essa análise foi conduzida à luz da interrogação apresentada **“O que se mostra da prática de professores de Matemática da Educação Básica, quando adotam predominantemente a Modelagem Matemática como eixo metodológico numa perspectiva assumida de Educação Matemática?”**, e sob o auxílio das técnicas de análise apropriadas à categorização.

Inicialmente, utilizando o *Software Atlas.Ti*, fizemos uma codificação livre com base no diário de uma das professoras, em seguida, uma codificação axial, encontrando diversas categorias para análise; e, por fim, uma análise seletiva das categorias encontradas. Nessa fase, incorporamos os diários das outras professoras e as observações do pesquisador.

É mister destacar que o *Software Atlas.Ti*, além de organizar as análises do pesquisador, permite a utilização de imagens, sons e vídeos, criando diagramas conceituais e permitindo a articulação das ideias expressadas nos códigos. Sua vantagem é a capacidade de arquivar comentários, criar categorias e auxiliar o pesquisador a fazer associações com os dados. Entretanto, é necessário esclarecer que o trabalho criativo e sistemático é realizado pelo pesquisador é ele que tem o trabalho de destacar os dados com vista a responder à questão de pesquisa. Sempre com um controle da subjetividade, a análise, interpretação dos dados, categorização e teorização subjetiva depende exclusivamente do pesquisador.

O procedimento de codificação aberta consistiu na leitura do diário, buscando identificar e destacar nas descrições das atividades e nos depoimentos das professoras, detalhes importantes sobre a sua prática, como a forma de abordar os conteúdos, as etapas da modelagem, a sua insegurança, a relação com os estudantes, suas atitudes em relação a indisciplina e o desinteresse dos estudantes, entre outras. Para codificação aberta, também foi utilizado as observações do pesquisador que foram sendo registrados em memorandos, escrevendo *insights*, na medida em que seguia com a análise.

Concluída a codificação aberta, com todos os registros destacados referentes à prática das professoras, iniciou-se a fase seguinte do processo, a codificação axial. Tratou-se então de analisar os dados destacados e reorganizá-los de modo reflexivo e atento, criando categorias subordinadas a uma ideia central. Ressalta-se, ainda, que o encadeamento temporal, foi valorizado, visando manter a gênese de teorização própria da teoria fundamentada nos dados.

Conforme indica a Figura 4, foi possível criar onze categorias que devem ficar subordinadas a uma categoria central (*core category*).

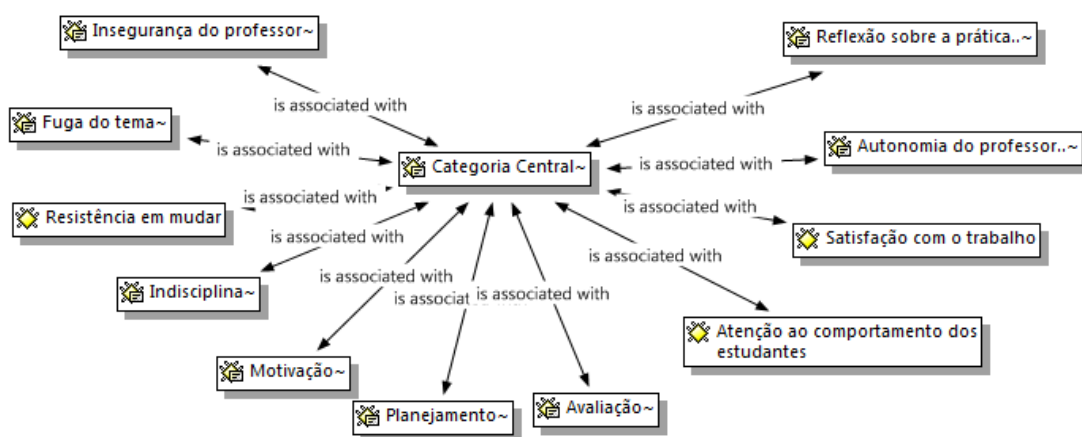


Figura 4 – Codificação Axial

As categorias construídas por meio da codificação axial foram as seguintes: Insegurança do Professor, Fuga do Tema, Resistência em mudar, Indisciplina, Motivação, Planejamento, Avaliação, Atenção aos Estudantes, Satisfação com o trabalho, Autonomia do Professor e Reflexão sobre a Prática.

A seguir passamos, a apresentar a terceira etapa da *Grounded Theory*, a análise seletiva das categorias encontradas. Como destacam Ikeda e Pires,

É a fase mais abstrata, nesta fase, o processo chega ao seu final, quando ocorre a saturação teórica, isto é, nenhum novo dado acrescenta novas nuances ao processo de análise e categorização. É validada e assume-se um compromisso com uma categoria central a ser definida. A categoria central é a que recorre mais desde a primeira fase de codificação e, é a que mais tempo leva para ser saturada. A categoria central estabelece o paradigma da teoria, a qual será apresentada no decorrer das análises, a partir do processo de teorização. (IKEDA; PIRES, 2009, p.12).

Após análise das 11 categorias encontradas na codificação axial, cunhamos uma categoria, figura 5, que articula características de todas as outras e pode ser considerada a categoria central é a Disposição para Mudança.

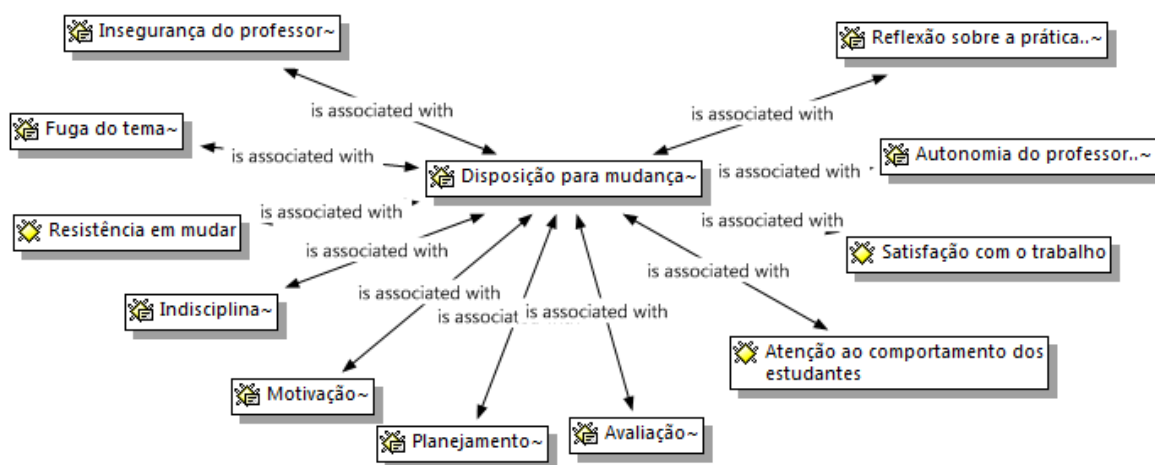


Figura 5 – Categoria central - Disposição para mudanças

Entendemos a Disposição para Mudança como uma competência essencial que um professor deve ter para buscar soluções e alternativas para a prática que desenvolve, além de estar aberto para aprender, propondo e incentivando mudanças e se engajando de forma constante em seu desenvolvimento pessoal e profissional. Para isso, há a clara necessidade de comprometer-se de forma constante e dedicada, ter um olhar para si, investindo em autoconhecimento, percebendo o que pode ou não ser mudado, abandonando atitudes e estilos que não geram resultados, colocando em curso mudanças efetivas. Outro ponto importante para ter disposição para mudança, após identificar o que precisa ser mudado, é querer mudar, pois já é difícil quando queremos mudar, agora, fica impossível tentar mudar alguém que não quer. Como a disposição à mudança é impactada o tempo todo, isso será verificado e discutido em cada categoria a seguir.

4.1 A INSEGURANÇA DO PROFESSOR

Essa é uma característica que afeta diretamente a sua disposição em mudar. Ao longo de todo o processo de pesquisa, as professoras manifestaram insegurança em relação aos diferentes aspectos da prática com a Modelagem Matemática como metodologia de ensino e aprendizagem (BURAK, 2004). A análise realizada sobre os diários das professoras acompanhando a linha temporal, agregada às observações do pesquisador, permitem esclarecer que a insegurança permaneceu durante todo o processo. No entanto, destaca-se que o tipo de insegurança foi se alterando com o decorrer das atividades.

A Figura 6 apresenta de forma temporal os dados destacados na codificação livre.

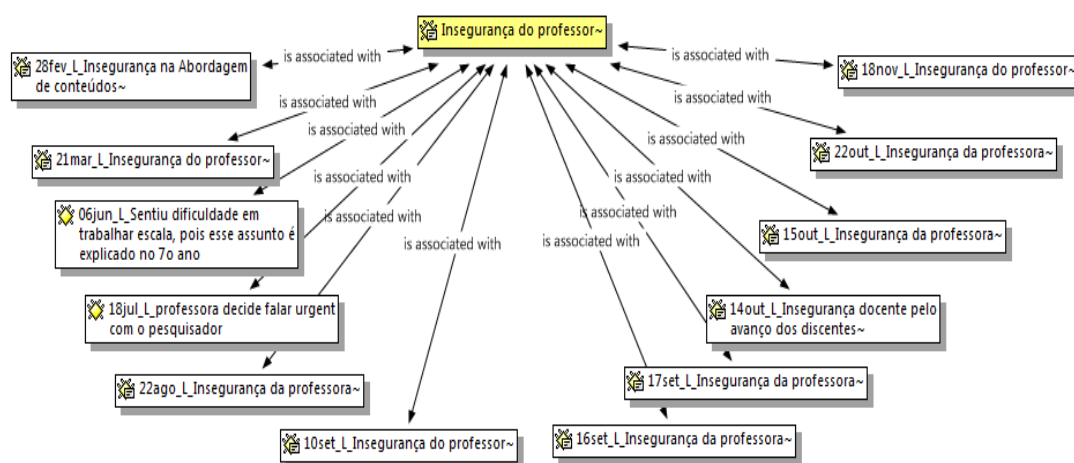


Figura 6 – Categoria - Insegurança do professor

No início, uma das professoras expressou insegurança e dúvida na forma de abordar os conteúdos necessários para solução dos problemas levantados, isso também ocorreu com as demais professoras. A insegurança dos professores em trabalhar com a Modelagem parece ter uma relação mais estreita ao domínio dos conteúdos matemáticos necessários para responder aos problemas elaborados do que, especificamente, ao entendimento sobre Modelagem. De certa maneira, o modo como trabalhar conteúdo em Modelagem é um desafio ao professor. Esse aspecto é próprio do estilo de pensamento dos professores que não sabiam, claramente, como abordar conteúdos no contexto do tema. Para resolver a questão, em alguns momentos, fez-se necessário a intervenção do pesquisador para esclarecer dúvidas das professoras e apontar caminhos.

Ainda, as professoras manifestaram satisfação em ver o pesquisador assumir as aulas em alguns momentos, pois, uma delas afirmou: "eu ainda estou pisando em ovos com a modelagem". Durante as primeiras atividades, entre os meses de fevereiro e julho, a professora ainda estava insegura em relação à modelagem; porém, acreditava estar atropelando etapas e tinha consciência que seria assim mesmo, pois considerava um ano de aprendizagem.

Essa dificuldade em relação às etapas da modelagem parece ter sido minimizada; contudo, as professoras, de modo geral, mesmo trabalhando por mais de 6 meses, avançando em um terceiro tema, ainda apresentaram insegurança, não mais nas etapas da modelagem, mas tendo que assumir a prática sem a intervenção constante do pesquisador, que, a partir de um momento, deixou as professoras mais livres para o encadeamento das atividades. Essa insegurança em trabalhar sozinhas pode ter como causa o excesso de intervenção do pesquisador. Num processo de formação de professores em Modelagem, ainda que seja desejável a presença de um professor mais experiente, os formadores precisam estar atentos para que os professores em formação adquiram a autonomia necessária que é própria do trabalho com a Modelagem.

Ainda no tocante ao desenvolvimento da autonomia, um indício de que ela não foi desenvolvida é que a professora adia o início de uma atividade para que o pesquisador esteja presente. Outro aspecto relativo à insegurança decorre do fato das professoras sentirem-se desafiadas em sua prática pelos avanços dos estudantes. Quando os estudantes começam a adquirir alguns elementos do estilo de modelagem, como, por exemplo, a elaboração de problemas, é evidente que a cada tema os problemas ficam mais sofisticados e isso causa preocupação nos professores que tem o desafio de ensinar os conteúdos para solução dos problemas e isso pode ser um dos fatores que dificultam a adoção da Modelagem.

Depois de vários meses, as professoras ficaram mais livres, sem interferências mais incisivas para o desenvolvimento do trabalho. Essa decisão foi tomada, buscando deixar que elas refletissem sobre a prática e encontrassem soluções. Entretanto, segundo o nosso entendimento, isso se deu tardiamente porque num trabalho de formação de professores em Modelagem é importante que aos poucos o formador vá se afastando e deixando que o professor "caminhe sozinho", mas sempre abrindo a possibilidade do professor tirar suas dúvidas com o formador. No entanto, ainda assim, as professoras "aguardavam" o pesquisador para iniciar outras atividades relativas ao tema. Em suma, o trabalho realizado em longo prazo diminui com

o tempo a insegurança, mas não elimina completamente se não for realizado um trabalho de desenvolvimento da autonomia dos professores.

Esse aspecto indica uma dependência das professoras para dar início aos trabalhos. Em certo sentido, indica que a intervenção deve ser pensada numa relação diferente daquela que foi desenvolvida, remetendo ao estudo do modelo de formação. A insegurança nesse caso não era em relação à Modelagem, ou às suas etapas, mas em relação ao pesquisador. A presença do pesquisador gerou inibição nas professoras por conta do domínio do pesquisador e porque se sentiam menos "preparadas" para efetuar um enfoque semelhante.

4.2 RESISTÊNCIA EM MUDAR E FUGA AO TEMA

Do diário das professoras e das observações do pesquisador foi possível criar duas categorias que estão fortemente ligadas, a Resistência em mudar e a persistente Fuga do Tema, causada, primeiro pela falta de clareza na abordagem dos conteúdos matemáticos para responder aos problemas; segundo, pela insegurança das professoras quando o pesquisador diminui as intervenções nos trabalhos e terceiro pela resistência em mudar. A figura 7 apresenta, também de forma temporal, os códigos livres destacados por meio da leitura dos diários das professoras, nos quais foi possível identificar vários momentos em que ocorrem a resistência em mudar e a fuga ao tema.

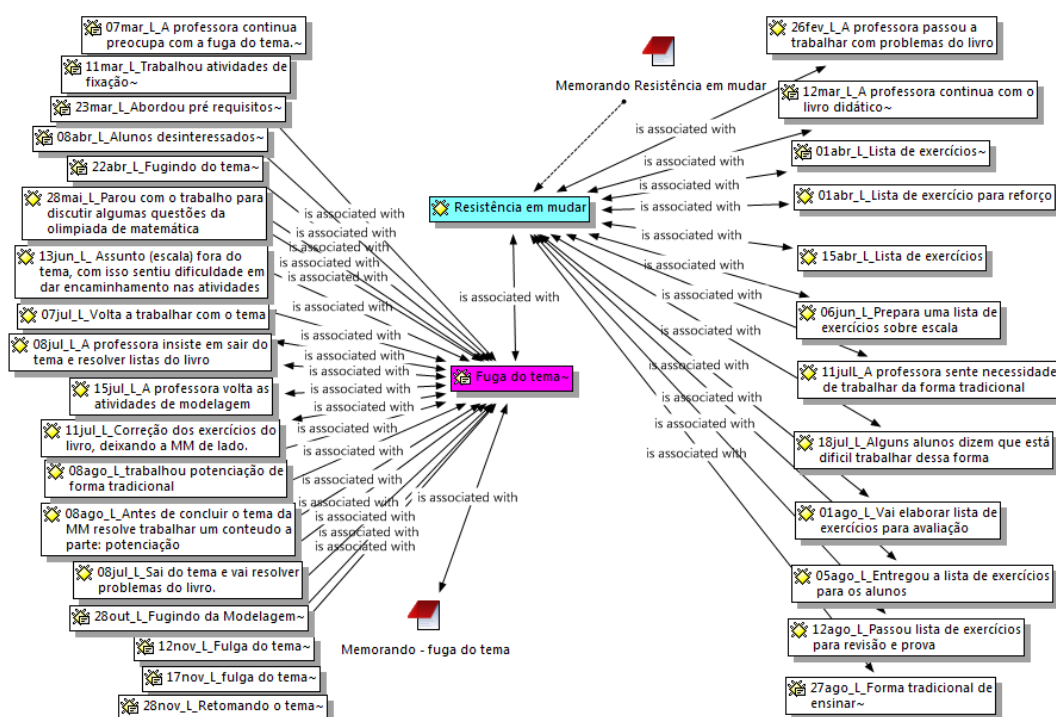


Figura 7 – Categorias - Fuga do tema e Resistência em Mudar

Escolhido o tema, as professoras orientavam o início da pesquisa e levantamento de dados sobre o tema. Concluída essa etapa, os estudantes iniciavam a elaboração dos problemas e depois começavam a trabalhar em suas soluções. Nesse momento as professoras, para solução dos problemas explicavam os conteúdos matemáticos necessários e aqui acontecia a primeira resistência em mudar e a fuga do tema, o problema que estava sendo resolvido exigia apenas um determinado conteúdo, mas elas queriam aproveitar e trabalhar outros conteúdos, que até mantinham relação, mas não eram necessários para resolver o problema, gerando distanciamento da proposta de modelagem.

Isso se deu em função da falta de clareza na abordagem dos conteúdos matemáticos no contexto do tema, levando a professora a registrar: “Novamente não sei se acabei atropelando a Modelagem, ainda estou perdida nesta parte”. Esse comentário foi porque ela concluiu a explicação de um conteúdo que estava relacionado ao tema e passou para turma uma série de exercícios de fixação que não tinham ligação com o tema em estudo, causando dúvida nos estudantes. Questionada sobre a lista de exercícios, ela disse que sentia necessidade de trabalhar da forma tradicional, resolvendo uma lista de exercícios e fazendo uma avaliação em seguida. Essa resistência em mudar também foi verificada em relação aos estudantes, alguns relataram

que, apesar das aulas diferentes e estarem entendendo melhor, preferiam do outro jeito porque estavam mais acostumados e os cadernos ficam mais organizados.

Sobre isso, é importante observar que as três professoras aceitaram o convite para participar da pesquisa porque queriam mudar, então é possível concluir que a resistência à mudança está presente até mesmo em pessoas que estão dispostas a mudar. Para Cohen e Fink,

As pessoas resistem à mudança quando consideram que suas consequências são negativas. Embora as pessoas sejam diferentes em termos de sua disposição em antever consequências negativas, e mesmo quando suas razões pareçam lógicas ou até equivocadas a quem está de fora, as pessoas não resistem automaticamente às mudanças. As pessoas resistem às mudanças por alguma razão e a tarefa do gerente é tentar identificar essas razões e, quando possível, planejar a mudança de modo a reduzir ou eliminar os efeitos negativos e corrigir as percepções errôneas (COHEN; FINK, 2003, p. 350).

Observa-se que a resistência das professoras em mudar, consequente fuga ao tema em estudo e volta à forma tradicional de ensinar, é dada devido à insegurança, ao medo do novo, ao medo da não conclusão do trabalho e ao medo de que isso de alguma forma possa trazer prejuízos a elas, a sua reputação e até mesmo com aumento de trabalho.

Em outro sentido, com a mudança na postura do pesquisador em deixar as professoras mais livres, como consequência, observou-se um aumento na insegurança nas suas práticas, conforme já analisado anteriormente. Isso acabou sendo motivo para que as professoras, sentindo-se inseguras, parassem com o trabalho do tema e procurassem o livro didático para trabalhar conteúdos alheios ao tema em estudo. Essa fuga do tema provocou uma falta de regularidade no desenvolvimento das atividades de Modelagem, com um grande espaço de tempo entre uma e outra, causando confusão no entendimento das atividades, desinteresse, indisciplina e ansiedade nos estudantes, que sempre estavam perguntando quando iriam retornar ao tema de estudo. No dia 08/08/2014, por exemplo, a professora L, sendo avisada que o pesquisador não estaria participando naquela semana, resolveu adiar a finalização do tema e foi trabalhar potenciação, um conteúdo que não tinha relação com o tema, mas que estava no livro e no programa da turma.

Com isso, ressalta-se que, em alguns momentos, para “fixar” alguns conteúdos que foram estudados para responder aos problemas, a professora recorria ao livro didático e ficava preocupada por estar “fugindo” do trabalho com a Modelagem, mas isso não configura “fuga do tema”, pois o objetivo era fixar e aprofundar os conteúdos no contexto do tema. Nesse sentido, faz-se necessário ter clareza que o livro didático é um material de apoio ao processo de

ensino e de aprendizagem, e pode ser utilizado em aulas nas quais a Modelagem é o eixo metodológico, ressaltando que a aprendizagem de um conteúdo compreende várias etapas, dentre as quais a fixação.

Entretanto, em alguns momentos, as professoras demoravam mais do que o necessário e evidentemente os estudantes ficavam ansiosos para retornar ao tema, principalmente quando estavam muito motivados e a professora registra “E a pipa? Essa é a pergunta que mais escuto e não sei mais o que responder”. Evidentemente que ficar trabalhando somente na construção da pipa é muito mais prazeroso para os estudantes, mas temos que ter clareza que o objetivo maior quando trabalhamos com Modelagem é ensinar matemática. O professor precisa em sua prática saber administrar esta questão e não permitir que a aula se transforme apenas em um trabalho manual.

A atitude dos estudantes, trabalhando com Modelagem de maneira recorrente, impactaram a disposição à mudança da professora, que se sentia pressionada para retomar o tema. Portanto, aspectos do estilo de pensamento, como dialogar com os estudantes a partir do tema, se fizeram presentes em sala de aula e incidiram sobre a disposição de mudança da professora.

Ainda é pertinente destacar que a linha temporal dos códigos livres destacados na Figura 2 indica que, com o passar dos meses, a resistência e a fuga do tema por parte das professoras foi diminuindo, isso indica maior entendimento das etapas da Modelagem e sentimento de maior segurança sem a presença do pesquisador.

4.3 INDISCIPLINA

Os dados revelaram outra categoria importante. A Indisciplina, nesse caso, foi destacada como uma consequência das categorias anteriores, da Resistência em Mudar e da Fuga ao Tema, ao mesmo tempo em que é um dos principais aspectos que marcam o estilo de pensamento dos professores. Dito de outro modo, há uma preocupação recorrente com a indisciplina ou com um tipo de disciplina a ser seguido pelos estudantes em aulas de Matemática. A figura 8 indica os dados destacados de forma temporal e é possível observar que à medida que o trabalho avança, os relatos de indisciplina das professoras e observados pelo pesquisador diminuem consideravelmente.

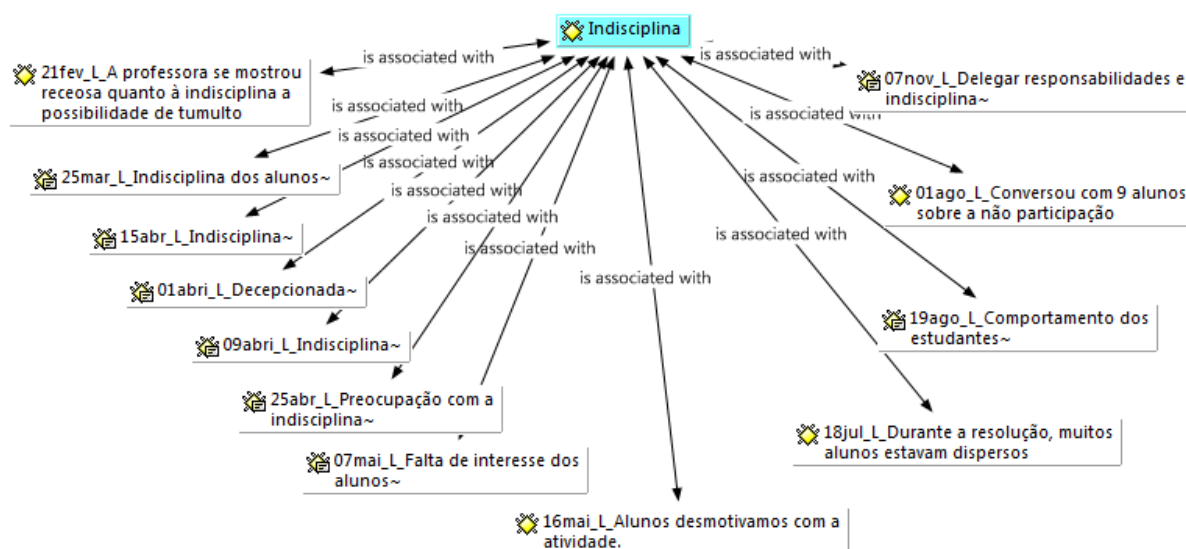


Figura 8 – Categoria - Indisciplina

Durante as atividades em sala, principalmente em grupo, a professora apresentou inicialmente grande dificuldade em lidar com a turma, pois interpreta toda a movimentação como indisciplina e sempre está distribuindo "broncas" e "gritos".

Logo nos primeiros encontros de planejamento com as professoras, observamos a preocupação com o comportamento dos estudantes. Uma das professoras comenta: “estou preocupada com os trabalhos em grupo, porque a turma é cheia de energia e precisamos levá-los com rédeas curtas”. Explicamos, então, que a maioria das atividades de Modelagem é desenvolvida em grupo e que a movimentação dos estudantes não pode ser interpretada como indisciplina, sendo normal eles se movimentarem pela sala e trocarem informações entre eles.

A princípio, a orientação não surgiu muito efeito, pois o problema de “indisciplina” e a forma como as professoras lidam com ele apareceu já na primeira aula e em duas turmas. As professoras apresentaram grandes dificuldades em lidar com a questão, só conseguindo resolver, inicialmente, com broncas, gritos e ameaças, obrigando o pesquisador a intervir e lembrá-las que era normal aquele “tumulto” naquele momento. Nesse sentido, é possível notar que a ideia de disciplina no âmbito da Modelagem é diferente daquela convencional e partilhada pelo ensino tradicional. Portanto, esse é um aspecto relevante do estilo de pensamento do professor de Matemática quando adota Modelagem como uma possibilidade do seu repertório docente. E a compreensão sobre indisciplina foi desafiada pela própria dinâmica da Modelagem e pelo acompanhamento do pesquisador que, mediava e buscava explicitar aquilo que é próprio da Modelagem.

Em atividades de Modelagem, é necessário que os estudantes conversem mais do que na habitual aula de matemática em que o professor expõe o conteúdo e o aluno ouve. É importante que se movimentem pela sala, troquem ideias com os colegas e com as professoras e isso pode ser interpretado como indisciplina. Entretanto, os professores precisam saber distinguir as ações dos estudantes, pois é evidente que alguns estudantes podem extrapolar e isso precisa ser trabalhado, mas em geral estão conversando sobre o tema em estudo. Esse aspecto parece, posteriormente, ter sido compreendido pelas professoras que passaram a ver e agir de modo a aceitar e valorizar o diálogo em sala de aula e passaram a deixar de ver as ações dos estudantes como indisciplina. De certo modo, essa mudança de perspectiva indicou a inserção, ainda que tímida, de um aspecto do estilo de pensamento próprio da Modelagem, qual seja, a reconfiguração das ações e interações da sala de aula de matemática (BURAK, 1992). Embora, mesmo sendo amplamente reconhecido que a Modelagem modifica essas ações e interações, ainda não se havia compreendido plenamente nas pesquisas como isso ocorria com os professores, os quais, em geral, apenas reconheciam esses aspectos, mas os utilizam para não adotar a Modelagem.

Outro ponto importante que foi observado e destacado nos diários das professoras, é que elas fugiram em vários momentos ao tema e voltaram a trabalhar de forma tradicional. Ao efetuar uma análise sobre isso, é possível dizer que, nesses momentos de fuga, ocorria um aumento na indisciplina e no desinteresse nos estudantes e, por consequência, as professoras ficavam decepcionadas e desmotivadas com o trabalho. Em conversa com os estudantes, eles relataram que quando a professora deixa de trabalhar com o tema e leva lista de exercícios “chatos” para fazer, eles ficam confusos e querendo voltar para as atividades da modelagem, como a construção da pipa ou do aquecedor solar, e quando isso acontecia, o problema de indisciplina reduzia drasticamente. De certo modo, os estudantes já estavam mais habituados à Modelagem que a própria professora. Como já dissemos, isso se deu por conta da presença do pesquisador que auxiliava a professora e entrevistava de modo constante nas aulas. Esse aspecto mostra que uma mudança de estilo de pensamento das professoras pode depender dos estudantes.

Percebendo isso, as professoras resolveram mudar e trabalhar os conteúdos e os exercícios de outra forma, mais adequados às atividades de Modelagem. Por exemplo, a professora L começou a resolver exercícios para fixar os conteúdos utilizando jogos

matemáticos e eles gostaram muito. Essa mudança pode ser verificada na figura 3 com a diminuição dos relatos de indisciplina por parte das professoras.

Outra questão importante em relação à indisciplina diz respeito à falta de planejamento adequado das atividades de Modelagem, pois se o professor e os estudantes não tiverem clareza do trabalho a ser feito, a dispersão dos estudantes é inevitável. Em resumo, a ideia de indisciplina parece ter se modificado pelo fato de a professora estar em constante reflexão e, de certo modo, pressionada pelos estudantes. Esses, por ainda estarem em processo de formação, aceitaram mais facilmente a proposta de Modelagem do que as professoras. Essa aceitação contribuiu para que as professoras buscassem avançar no entendimento de Modelagem e reconfigurassem a sua visão de disciplina.

4.4 (Des)Motivação

A (des)motivação está presente de modo muito efetivo no processo de ensino e aprendizagem, afetando professores e estudantes, pois estar motivado para ensinar e aprender é um dos principais aspectos para que o processo ocorra de forma satisfatória. A prática das professoras durante as atividades de Modelagem favoreceu diversas situações em que a motivação e a desmotivação foram registradas, tanto nos diários quanto nas observações do pesquisador.

A mais recorrente forma de desmotivação se deu quando as professoras fogem ao tema para fixar os conteúdos com listas de exercícios sendo resolvidos de forma tradicional, tornando a aula, nas palavras dos estudantes, “muita chata”. Observamos que, enquanto as professoras estavam desenvolvendo o trabalho por meio das etapas da Modelagem no contexto do tema, elas e os estudantes estavam motivados, mas essas ações de tentar retornar à forma tradicional de trabalhar os conteúdos provocavam o desinteresse, indisciplina e desmotivação, tanto dos estudantes quanto das professoras.

No processo de coleta de dados no decorrer da pesquisa, foram várias ações registradas e observadas em relação à motivação, e isso criou a necessidade de construir esta categoria conforme mostra a figura 9.

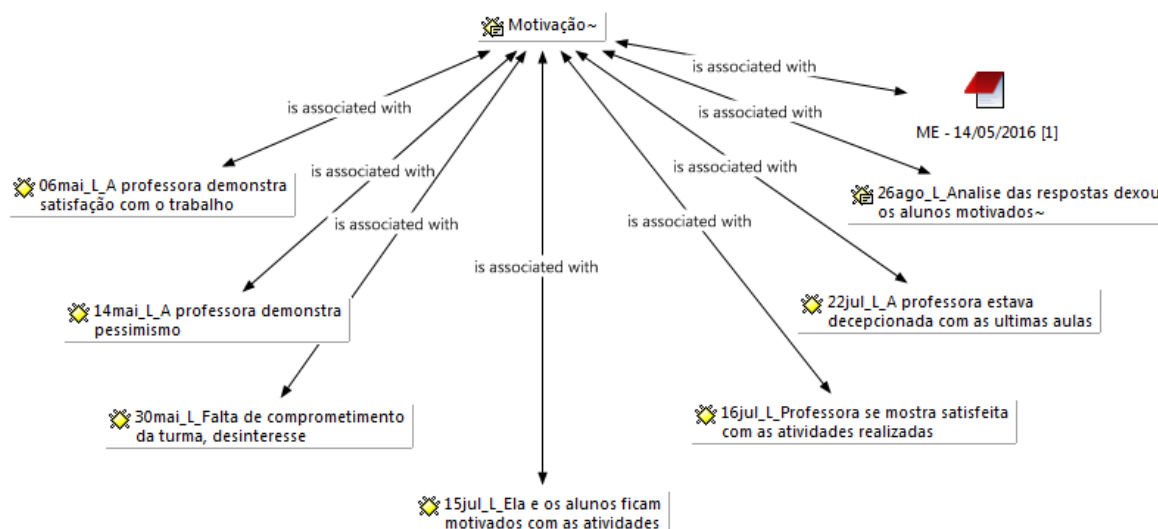


Figura 9 – Categoria - Motivação

Em determinados momentos, foi observado durante as atividades de Modelagem, especificamente na elaboração e resolução dos problemas, quando estudantes e professoras se sentiam desafiados a encontrar as respostas e quando encontravam se sentiam mais motivados a continuar. A professora L relata um desses momentos:

Os alunos concluíram os cálculos, determinando a quantidade de tinta para pintar a sala. Depois entraram no site da fabricante que possui um simulador para calcular a quantidade de tinta e ficaram empolgados porque o valor informado pelo simulador era muito próximo do valor que eles encontraram.

Todavia, quando o problema apresentava maior dificuldade de solução, a desmotivação aparecia na mesma intensidade. Na dificuldade, as professoras tentam voltar à prática tradicional, o que gerou conflito. Foram necessários vários momentos de reflexão com as professoras, para que elas entendessem que o trabalho com a Modelagem realmente apresenta alguns desafios que precisam serem enfrentados, caso contrário a desmotivação pode prevalecer.

Para Ausubel, (apud NETO, 2006), o prazer, mais do que estar na situação de ensino ou mediação, pode fazer parte do próprio ato de aprender. Trata-se da sensação boa que a pessoa tem quando se percebe capaz de explicar certo fenômeno ou de vencer um desafio usando apenas o que já sabe. Com isso, acaba-se motivando para continuar aprendendo sobre o tema.

Esse conceito para motivação também fez parte das reflexões com as professoras, no sentido de estar atento aos estudantes dispersos em relação às atividades e com dificuldades, eles precisam sentir que estão participando das atividades e conseguindo seguir em frente, que estão aprendendo, isso proporciona prazer e conseqüentemente maior motivação para continuar a aprender.

A des(motivação) expressa pelas professoras está ancorada no sucesso das aulas. Inicialmente, elas não possuíam lentes específicas para avaliarem as ações dos estudantes, ou seja, aspectos da constelação de conceitos e práticas compartilhadas por elas, não eram convergentes com aquilo que ocorre quando a Modelagem é implementada em sala de aula e já amplamente registrado nas pesquisas.

Ao se depararem com um bom desempenho dos estudantes ou com o seu desempenho insatisfatório no desenvolvimento das práticas de Modelagem, as professoras parecem mostrar uma compreensão conceitual mais apurada sobre os aspectos centrais de uma aula nessa perspectiva. Assim, a disposição à mudança também é impactada por esse aspecto.

4.5 Planejamento

Com um olhar para as práticas das professoras, outra categoria importante destacada dos dados coletados foi o Planejamento, que além de ser a preparação para o trabalho de desenvolvimento das etapas de Modelagem e das atividades dentro de cada etapa, ele deve acompanhar todo o processo. Quando o planejamento não acontece adequadamente, o trabalho é prejudicado, pois gera confusão tanto nos estudantes quanto no professor, dado que ambos não sabem qual o próximo passo.

O primeiro fato percebido foi quando uma das professoras se mostrou preocupada com o andamento da aula que não tinha sido devidamente planejada e sem saber como fazer os encaminhamentos teve que improvisar e, isso, acabou gerando tumulto na sala. No momento de reflexão da ação com a professora, esclarecemos que, apesar da improvisação fazer parte do trabalho com a Modelagem, ela não pode ser uma regra, não podemos agir sempre no improviso. Dissemos, ainda, que todas as aulas, atividades, etapas, avaliações e conteúdo a ser ensinado precisam ser muito bem planejados e com certa flexibilidade.

A figura 10 apresenta a categoria e os códigos livres ligados a ela que foram destacados dos diários das professoras e o memorando que traz as observações do pesquisador.

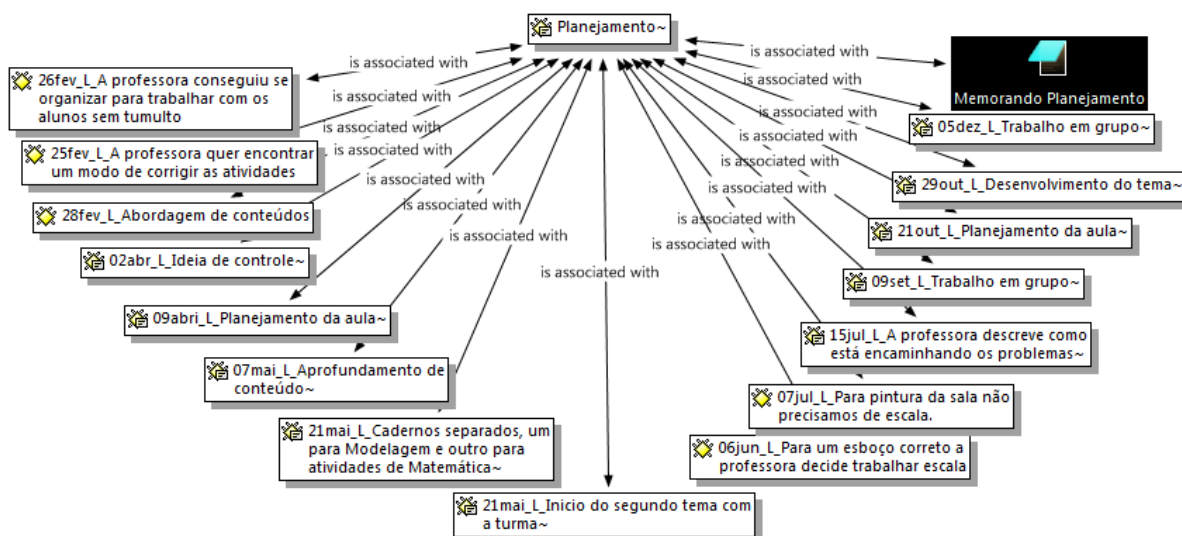


Figura 10 – Categoria - Planejamento

No “estilo de pensamento tradicional”, as professoras possuíam um ambiente “totalmente” controlado da sua prática. O trabalho baseado no livro didático e seguindo uma sequência rígida do currículo linear e com os estudantes devidamente enfileirados e em silêncio dava às professoras a segurança de não precisarem pensar em um planejamento, principalmente porque já possuem alguns anos de prática neste estilo. Porém, quando esse ambiente controlado é desfeito, por conta do trabalho com a Modelagem e não é feito um planejamento adequado, os professores perdem o referencial da sua prática e isso faz com que elas sempre tentem voltar ao estilo anterior, gerando novamente confusão e inclusive desistência do trabalho.

Em vários momentos foi possível perceber que as professoras começam a refletir sobre suas ações. Logo ao início, no trabalho com o primeiro tema, a professora M disse: “Não fiquei satisfeita com o resultado do planejamento que fizemos, foi muito tempo para conteúdos e pouco para resolução dos problemas e atividades em sala”. Concordamos que a aula poderia ter sido mais bem planejada e ficou decidido que reservaríamos uma aula por semana para planejamento e para reflexão sobre o trabalho realizado.

Essa fala ainda revela que a professora começou a entender a metodologia. Em certo sentido, ela começa a entender que na Modelagem os conteúdos precisam estar vinculados ao tema em estudo, e não o contrário.

Outra situação com a professora M que merece ser destacada foi planejada após a conclusão do relógio de sol em que os estudantes iriam apresentar os resultados para a turma, direção e pais. Contudo, isso não aconteceu e afetou as expectativas de todos, principalmente

dos estudantes. É importante ter claro que o planejamento precisa ser realista para que possa ser cumprido.

Com as reflexões e com maior entendimento sobre planejamento, foi possível perceber uma constante evolução na prática das professoras. Com o trabalho planejado e organizado, as professoras e os estudantes passam a compreender melhor o trabalho com a Modelagem e os casos de indisciplinas, fuga ao tema, resistência em mudar, insegurança com o trabalho, são cada vez menores dando espaço a uma maior motivação. As professoras registraram que já conseguiam organizar o trabalho com os estudantes sem tumulto, mas ainda precisavam encontrar um modo de corrigir as atividades ou, ainda, admitiram que levar, os exercícios de fixação digitados podem ajudar a aproveitar o tempo.

As sugestões de planejamento também partem dos estudantes, eles sugeriram que houvesse dois cadernos, uma para a pesquisa, elaboração de problemas e resolução e outro para os conteúdos que precisavam ser aprofundados, pois do modo como estavam registrando, atividades convencionais e as de Modelagem, estava gerando confusão. A sugestão foi acatada e realmente ficou mais organizada e os trabalhos fluíram bem melhor. Como era o mesmo tema para a turma as professoras resolveram discutir no coletivo os problemas elaborados e descartando os semelhantes e escreviam no quadro os que seriam resolvidos para que todos tivessem em seus cadernos.

A professora L registra que sentiu insegurança em continuar a etapa da Modelagem sem a presença do pesquisador e fugiu ao tema trabalhando com outro assunto do livro. Isso fez com que o espaço entre uma atividade e outra de Modelagem ficasse muito distante, causando inquietação e desmotivação entre os estudantes. Na reunião de reflexão, ponderamos que apesar da insegurança, por estar sozinha, os temas em Modelagem precisam ser desenvolvidos de forma planejada e constante, sem espaços longos para as atividades previstas.

4.6 Avaliação

A categoria Avaliação foi criada porque, desde o início, as professoras apresentaram uma excessiva preocupação com o tema; por um lado, por conta de anos de prática; por outro, a cobrança constante da escola, na qual elas precisam apresentar notas de avaliação e de recuperação. No decorrer das atividades, foi possível destacar diversos momentos que indicam

essa preocupação com a avaliação, a figura 11 apresenta a categoria com seus respectivos códigos livres extraídos dos diários e das observações do pesquisador.

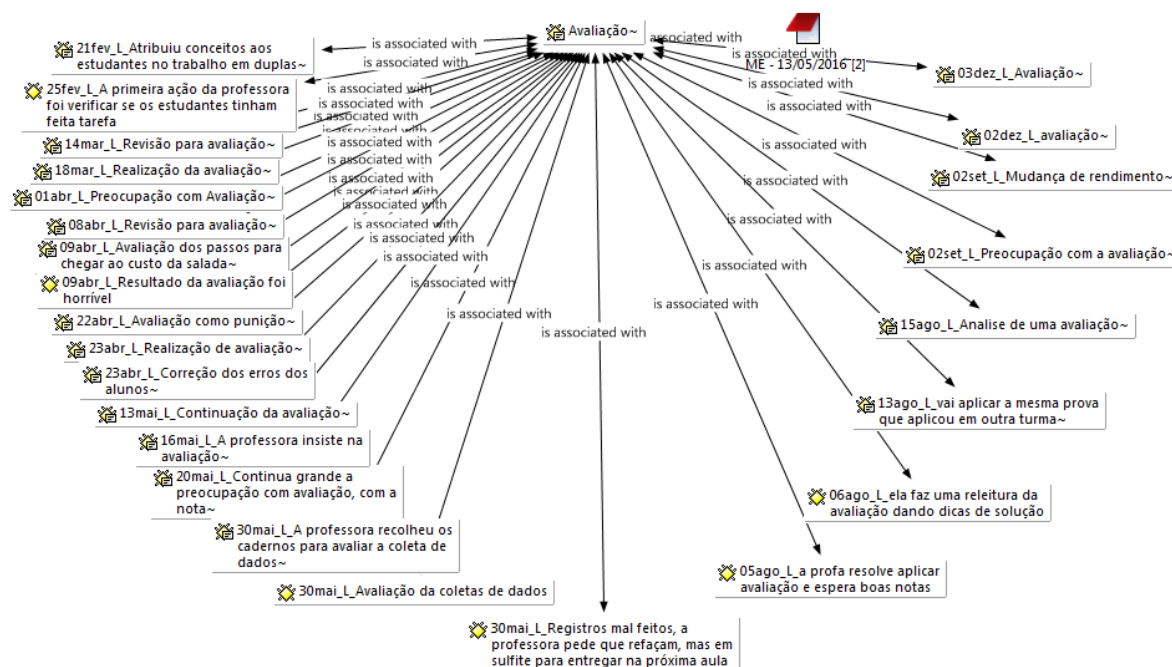


Figura 11 – Categoria - Avaliação

Nesta pesquisa, nosso objetivo não foi aprofundar conceitos e estudos relativos a avaliação, mas sim compreender e teorizar sobre a prática observada das professoras em relação a avaliação quando elas adotam a Modelagem como eixo metodológico por um longo período de tempo. Observamos, inicialmente, além da preocupação em sempre estar “aplicando provas” que a forma de avaliação seguia uma linha tradicional, elas passavam listas de exercícios aos estudantes para praticarem, corrigiam em sala e faziam uma avaliação com questões parecidas. Como muitos estudantes no início estavam dispendentes e não estudavam, os resultados foram péssimos e elas desconfiaram que talvez com a Modelagem não fosse tão diferente assim.

Nesse momento, então, houve a necessidade de intervenções nas reuniões de planejamento e reflexões sobre a prática das professoras, dedicando um tempo razoável para conversar sobre avaliação. Foi esclarecido que elas precisavam repensar a forma de avaliar a partir de agora que, o trabalho com a Modelagem permite verificar além dos conhecimentos matemáticos, outras competências, como a capacidade de propor temas, de fazer pesquisa, elaborar e resolver problemas e analisar as respostas encontradas. Ou seja, olhar o desenvolvimento do estudante como um todo e não apenas em conhecimentos matemáticos.

Questionadas se as decepções com os resultados das avaliações até o momento foram só dessa turma, elas afirmaram que não. Então, concluímos que ainda era cedo para atribuírem o insucesso à Modelagem pelas baixas notas nas avaliações. A professora C observou que realmente o tempo dado para realizar a prova foi de apenas 30 minutos e muitos não conseguiram terminar e agora ela está refletindo sobre essa preocupação em marcar tempo e sobre a necessidade de avaliar outras competências.

A professora M questionou, então, qual o procedimento que devemos ter com a avaliação? Como não existem estudos mais aprofundados sobre a questão, no âmbito da Modelagem, resolvemos traçar nosso próprio caminho, ou seja, avaliar as etapas da Modelagem e os conteúdos trabalhos. Organizamos uma planilha para registrar todas as informações, mas infelizmente ela se mostrou muito onerosa em questão de tempo, pois as professoras tinham que dedicar muitas horas de trabalho para os registros. O ideal seria o desenvolvimento de um aplicativo para este fim, que auxiliasse as professoras a serem mais ágeis. Isso passou a ser tema de nosso interesse estudo. Por ora, resolveram seguir com as planilhas.

Com a dificuldade com a nova forma de avaliar, é evidente que as professoras ficaram sempre tentadas a retornar às velhas práticas e, infelizmente, isso aconteceu em vários momentos. Sempre que podiam marcavam avaliações da forma tradicional, inclusive com questões sem conexão alguma com o tema que estavam estudando. Por exemplo, a professora L, durante o desenvolvimento do tema “salada de fruta”, aproveitou que o pesquisador não iria naquela semana e não desejando continuar sozinha, fez uma pausa no trabalho com a Modelagem para explicar um conteúdo do livro, fora do tema, para aplicar uma avaliação que estava sendo cobrada pela coordenação pedagógica da escola.

É possível observar que, apesar da disposição em mudar, elas continuam com muita resistência e isso se deve ao fato de que a nova forma de avaliar é, de início, muito mais trabalhosa. Todavia, elas registram que estão preocupadas porque os resultados ruins estão aparecendo em forma de indisciplina e desmotivação por parte dos estudantes e por consequência atinge a elas também, desmotivando-as.

A professora M decidiu aplicar uma avaliação de conteúdos e foi solicitado que enviasse o material para ser analisado. Após análise, verificamos que as questões não possuíam articulação mínima com tema, então, a professora foi orientada para que refizesse as questões no contexto do tema, e assim ela o fez e concordou que ficou melhor.

Outra prática registrada e observada em relação à avaliação é que, ao início, as professoras sempre realizam uma revisão dos conteúdos que “cobrariam” nas provas, tendo a preocupação em trabalhar exemplos parecidos com os que seriam cobrados na prova. Isso indicava uma preocupação com as notas e não com a aquisição do saber pelos estudantes. A professora L registra em seu diário que ela precisa fechar as notas e “vai ter que se virar nos trinta”, inclusive mudar o assunto da avaliação para ver se eles melhoram, pois a preocupação é apresentar resultados positivos. Isto também foi motivo de reflexões entre as professoras e ficou claro o quanto isso lhes incomodavam e a necessidade de repensar essa prática.

Em outro momento, para resolver um determinado problema levantado no contexto do tema, a professora C precisou ensinar um determinado conteúdo e isso manteve o interesse e motivação da turma. Porém, como a professora percebeu que alguns estudantes apresentaram dificuldade, ela resolveu reforçar o assunto, passando uma lista de exercícios. Nesse momento, eles se desinteressaram. O que precisa ser pensando é a forma de trabalhar “o reforço” de conteúdos importantes, sem que seja considerada fuga ao tema que, como vimos, desmotivam os estudantes.

Com o passar dos meses, observou-se nos registros organizados em linha temporal da figura 5 que, a partir do segundo semestre, as ocorrências envolvendo avaliação vão diminuindo. Isso mostra que as professoras estão começando a mudar seu entendimento sobre avaliação, inclusive atribuindo notas para as atividades de Modelagem de forma mais constante. A professora L registra inclusive a sua satisfação com os resultados que os estudantes estão atingindo, que as poucas notas “baixas” foram por desatenção nos cálculos e pela falta de entrega de trabalhos.

Essa descrição indica, mais uma vez, a mudança na concepção avaliativa das professoras. A disposição a mudança também passou pela mudança na ótica da avaliação que deve ocorrer quando a Modelagem é a metodologia utilizada.

Por fim, observamos que, durante as atividades de Modelagem, a maioria dos estudantes parecem entender os conteúdos matemáticos envolvidos nos temas, oralmente eles conseguem responder a várias questões, mas quando essas questões passam pelo registro escrito, em forma de prova, eles apresentam maior dificuldade em resolver. Dessa perspectiva, podemos compreender que a ausência de registros escritos em atividades de Modelagem pode ser um agravante à adoção da Modelagem pelo professor. Como a prática das professoras ainda era uma prática híbrida, elas transitavam entre o estilo de pensamento marcado por características

do Ensino Tradicional e da Modelagem. Nessa transição, ocorreram perdas em ambos os estilos, enfraquecendo os registros escritos mecânicos do ensino tradicional e não potencialização das interações de aprendizagem que ocorrem em Modelagem. Assim, a concepção de avaliação das professoras pareceu se modificar, se aproximando de uma perspectiva mais aberta e dialógica.

4.7 Atenção ao comportamento dos estudantes

É evidente que ter um professor preparado e que conheça a sua disciplina e os métodos de ensino são fundamentais para que o processo de ensino e de aprendizagem ocorram de forma satisfatória. Além disso, precisamos ter um professor que seja capaz de estabelecer uma comunicação mais efetiva com seus educandos, uma conexão, estar atento ao seu comportamento, não só disciplinar, mas também em relação às suas dúvidas, às ansiedades e às expectativas.

Em um artigo²⁵ publicado em 1959, George Pólya²⁶ relaciona os Dez Mandamentos para Professores, e o terceiro mandamento é “Procure ler o semblante dos seus estudantes; procure enxergar suas expectativas e suas dificuldades; ponha-se no lugar deles”. Durante as aulas, nas explicações, nas conversas informais, o professor precisa observar com atenção se aquilo que está sendo ensinado está sendo aprendido e em muitas vezes não é necessário aplicar uma prova, basta olhar para o semblante dos estudantes.

No entanto, esse não é um aspecto facilmente exequível, pois depende de vários fatores para ser colocado em prática. E um deles é a disposição do professor a observar esses comportamentos. Essa aprendizagem não pode ser transmitida aos professores, pois eles devem desenvolver uma perspectiva atenta. Assim, tanto a presença como a ausência desses aspectos é mais uma característica do estilo de pensamento dos professores. Em outras palavras, se atentar ou não, depende do estilo de sua formação.

²⁵ Artigo publicado no "Journal of Education", University of British Columbia, Vancouver and Victoria (3) 1959, p. 61-69, reproduzido nos "Collected Papers" de George Polya, vol. IV, pp. 525-533, MIT Press 1984.

²⁶ George Pólya (1887-1985) foi um matemático húngaro e professor de matemática de 1914 a 1940 no ETH Zürich na Suíça, e de 1940 a 1953 na Stanford University. Trabalhou com uma variedade de tópicos matemáticos, incluindo séries, teorias dos números, análise matemática, geometria, álgebra, combinatória e probabilidade. Também é notável sua contribuição para Educação Matemática.

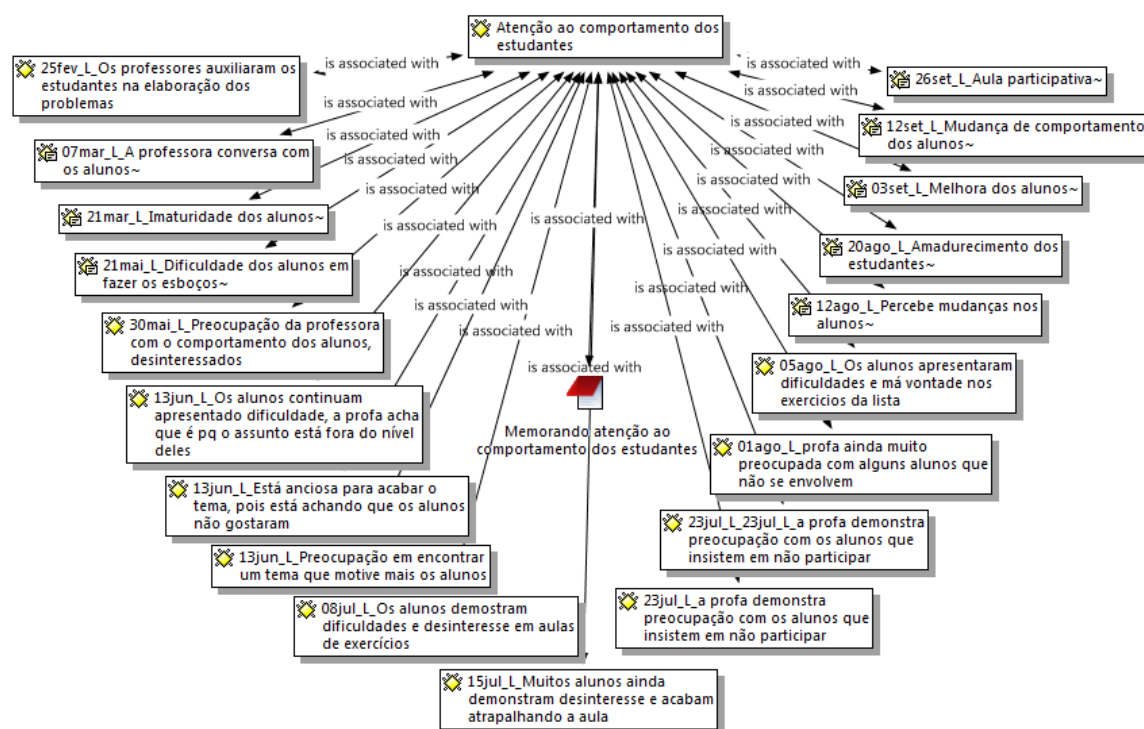


Figura 12 – Categoria - Atenção ao comportamento dos estudantes

Os dados da pesquisa mostram que em vários momentos, figura 12, as professoras demonstram atenção ao comportamento dos estudantes, às vezes estão desmotivados, desinteressados, ou com dúvidas e dificuldades em determinada tarefa e isso reflete imediatamente em mudanças concretas em sua prática. Em vários momentos, mesmo sem eles reclamarem, elas percebem que alguns estudantes não estão entendendo algo, então, param, conversam com eles e retomam as explicações.

Em algumas aulas, as professoras perceberam que a abordagem do assunto estava “acima do nível deles”, desse modo, retomavam as explicações com exemplos mais simples para auxiliar no entendimento. Em outro momento, a professora L relatou que está ansiosa para acabar o tema, pois percebeu que os estudantes começaram a ficar desmotivados.

As professoras observaram que a desmotivação leva à indisciplina, então, resolvem mudar a forma de abordagem dos assuntos para tornar as aulas mais interessantes e participativa. De forma mais constante, passam a utilizar materiais concretos e atividades lúdicas que os estudantes possam manusear, sendo que elas relatam melhora no comportamento e no interesse dos estudantes, mesmo quando a atividade não está ligada diretamente aos temas da Modelagem, como a fixação com exercícios do livro.

É possível observar pelos dados organizados de forma temporal, na figura 6, que à medida que os temas avançavam, os estudantes passaram a se tornar mais interessados e responsáveis. No início, eles estavam desmotivados, apresentaram atitudes imaturas, dificuldades em participar das atividades de Modelagem, pouca participação, mas a partir do segundo semestre as professoras começam a perceber uma mudança significativa, registrando satisfação com a evolução que eles apresentaram, tanto em relação às notas nas avaliações escritas, como maior motivação e diminuição da indisciplina.

Para Garcia (1999), um dos fatores que permite ao professor mudar é quando ele percebe respostas positivas dos estudantes. E durante o trabalho com o terceiro tema, ficou visível os sinais das mudanças positivas que ocorreram com os estudantes e as professoras. Mas estas mudanças só foram possíveis pela disposição apresentada pelas professoras em mudar, em buscar soluções, em estar abertas para novas experiências, dedicando atenção especial ao comportamento dos estudantes, sempre buscando uma proximidade com objetivo de conhecer melhor seu educando, suas dúvidas, ansiedades e expectativas.

Sendo assim, ainda que seja amplamente reconhecido na literatura que a Modelagem Matemática pode gerar mais interesse para os estudantes, a compreensão e a aceitação disso só ocorreu a partir da adoção da Modelagem por um longo prazo. Frente a isso, é razoável afirmarmos que as professoras, ao final do processo, já se sentiam mais confortáveis com as alterações causadas pela inserção da Modelagem Matemática em sala de aula. Em resumo, elas começaram a “ler” as situações a partir da própria Modelagem e não mais a partir dos elementos que marcam o estilo de pensamento “tradicional”.

4.8 Satisfação com o trabalho

Satisfação com o trabalho “é um sentimento agradável que resulta da percepção de que nosso trabalho realiza ou permite a realização de valores importantes relativos ao próprio trabalho” (WAGNER; HOLLENBECK, 1999, p. 119). É importante esclarecer que essa categoria foi destacada dos dados não pela satisfação ou insatisfação do trabalho como professor, mas com um olhar sobre a satisfação ou insatisfação em relação ao trabalho desenvolvido com a Modelagem Matemática pelo professor, quando a adotada como eixo metodológico.

Quando o professor planeja adequadamente as atividades e após a execução observa que os estudantes se apropriaram dos conhecimentos repassados, consequentemente isso provoca satisfação com o trabalho desenvolvido. Para Soto (2005), a satisfação com o trabalho também pode ser verificada com o resultado de uma comparação entre a recompensa obtida e a esperada. Para o autor, quanto maior for a diferença entre esses dois valores, tanto mais elevado será o grau de satisfação ou insatisfação.

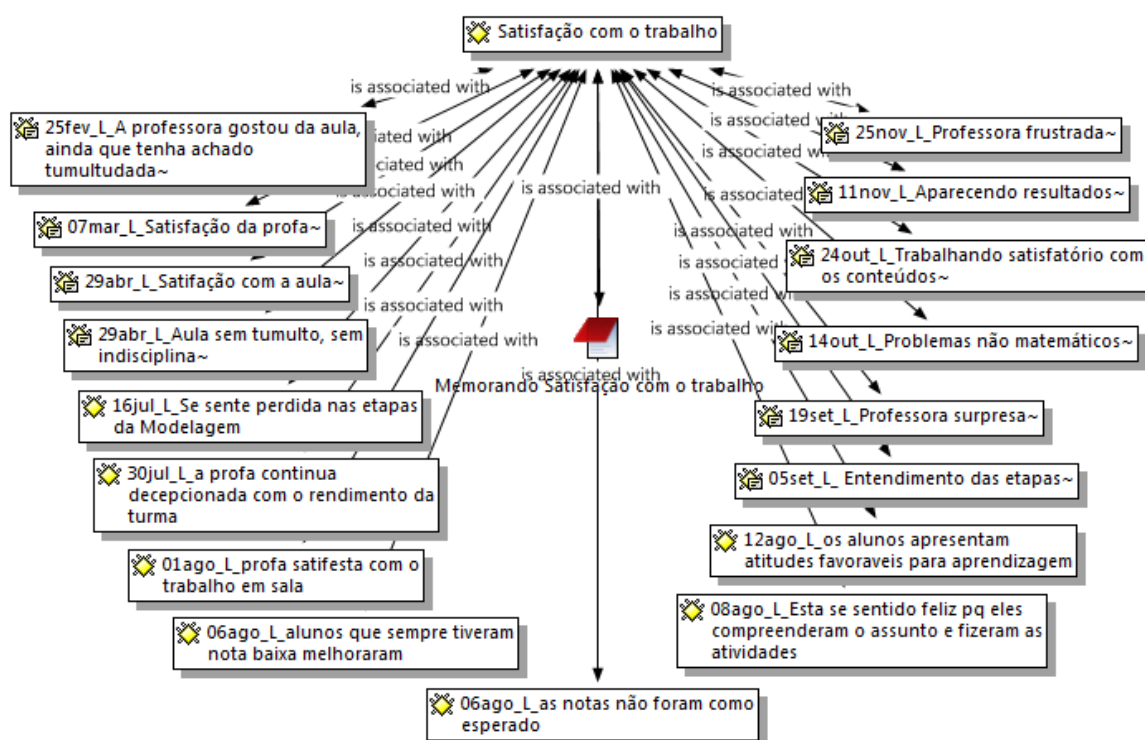


Figura 13 – Categoria - Satisfação com o trabalho

A figura 13 indica os códigos livres destacados dos diários das professoras e o memorando com as observações do pesquisador. Durante o primeiro semestre, é possível perceber que o sentimento de satisfação e insatisfação foram se revezando à medida que algumas atividades culminavam em êxito e outras não. Por exemplo, quando as professoras estavam trabalhando no contexto do tema os estudantes ficavam mais interessados, motivados, dedicados ao trabalho e menos indisciplinados, isso causava satisfação na professora com o trabalho que estava sendo desenvolvido. Contudo, quando ela saía do tema e utilizava o livro didático para resolver listas de exercícios fora do tema, os estudantes perdiam o interesse e não

prestavam mais atenção a aula, sempre reclamando que queriam voltar ao tema de estudo e isso evidentemente causava insatisfação em todos.

À medida que o trabalho foi evoluindo, principalmente a partir do segundo semestre, observamos que o grau de satisfação das professoras foi aumentando, pois elas começaram a observar atitudes favoráveis ao estudo de forma mais continuada e demorada, e por vezes causando surpresas positivas com o comportamento e rendimentos dos estudantes. Elas relatam que ficaram felizes, pois os estudantes compreenderam o assunto e realizaram bem as atividades propostas, que os estudantes que sempre tiveram notas baixas estão tirando “boas notas”. A professora L relata que solicitou que os estudantes elaborassem pelo menos um problema, mas verificou que todos estavam elaborando mais que um e alguns até 10 problemas. Em outro momento, no segundo semestre, a professora escreve: “Hoje o dia rendeu, o aluno J, que tem grande dificuldade fez o trabalho todo correto, ganhei o dia”

A surpresa observada nas professoras indica que elas subestimavam a capacidade dos estudantes em diversos momentos da aprendizagem. Em certo sentido, isso se dá pelas concepções prévias delas que são aspectos do estilo de pensamento que defende aquilo apenas a lógica da resposta certa ou errada. Os professores em geral acreditam que os estudantes não possuem condições em propor ou resolver os problemas. Como os professores não acreditam na capacidade dos estudantes, isso faz com que eles organizem suas práticas a partir de elementos do estilo de pensamento que já é predominante nele. Prevendo que as coisas não vão acontecer, eles preparam as aulas com todos os passos prontos para os estudantes. Esse aspecto é decorrente de um estilo de pensamento amplamente disseminado na escola e, em particular, nas aulas de matemática.

Em outro relato importante, os estudantes da professora C tinham feito uma pesquisa sobre o tema muito “malfeita”, e na reunião de planejamento e de reflexões concluímos que eles não tinham como fazer melhor porque não foi explicado a eles como fazer um relatório com os dados pesquisados. A professora explicou em detalhes a forma que eles deveriam registrar a pesquisa feita e na semana seguinte eles trouxeram o trabalho. Foi uma bela surpresa, fizeram uma boa coleta de dados sobre o aquecedor solar, bem organizado e completo. Eles perceberam que a professora ficou orgulhosa e isso começou a refletir nas ações e atitudes deles e foi percebido a satisfação dos estudantes e da professora em concluir um trabalho bem feito. Dessa maneira, a utilização da Modelagem como eixo metodológico impactou a visão de aprendizagem e rendimento dos estudantes. Ainda que seja um resultado indireto, revela que

há mais chances de os professores adorem modelagem quando possuem interlocução com pesquisadores ou professores mais experientes e que num processo dialógico e respeitoso, contribuam para que o professor não desista e encontre aspectos que o motivem a continuar.

Os estudantes da professora M entregaram por escrito a pesquisa que fizeram sobre o aquecedor solar. Apesar de estarem faltando algumas coisas no relatório, eles trouxeram muitas informações, principalmente sobre aquecedores alternativos, feitos com material reciclado. Passamos para a fase da elaboração dos problemas e a satisfação da professora ficou evidente, eles conseguiram elaborar muitos e bons problemas, matemáticos e não matemáticos.

É notório que a satisfação ou a insatisfação na realização do trabalho impacta diretamente na prática do professor, quando, de forma positiva, o sentimento é de aprimorar e continuar, e quando negativa, refletir, tentar outra abordagem, buscar soluções e sempre ter disposição para mudar. Diante disso, podemos afirmar que investir em práticas exitosas para que os professores possam sentirem satisfação na realização do trabalho e seja reforçado a disposição para mudar de prática, assumindo a Modelagem, para além dos entraves iniciais.

4.9 Autonomia do professor

O trabalho desenvolvido com as professoras não se pautou num modelo de formação claramente definido. Em outras palavras, o modelo da autonomia (GARCIA, 1999) foi tangenciado, mas não se tornou predominante na prática das professoras, mas como elas aceitaram o convite livremente, elas, de algum modo, já tinham uma disposição à melhoria de seu desenvolvimento profissional.

Isso significa que a prática do professor que adotou a Modelagem como principal eixo da sua prática ainda não foi suficiente para uma plena incursão no estilo de pensamento de Modelagem Matemática na Educação Matemática. A persistência e variação da insegurança e o seu tipo mostra que o professor ainda se ancora num estilo diferente, ainda que já compartilhe de alguns elementos, como o encadeamento das etapas.

Um indício de que a autonomia ainda não foi desenvolvida de modo mais pleno é que as professoras adiaram, constantemente, o início de uma atividade para que o pesquisador estivesse presente, pois elas não se sentiam seguras para continuar sozinhas.

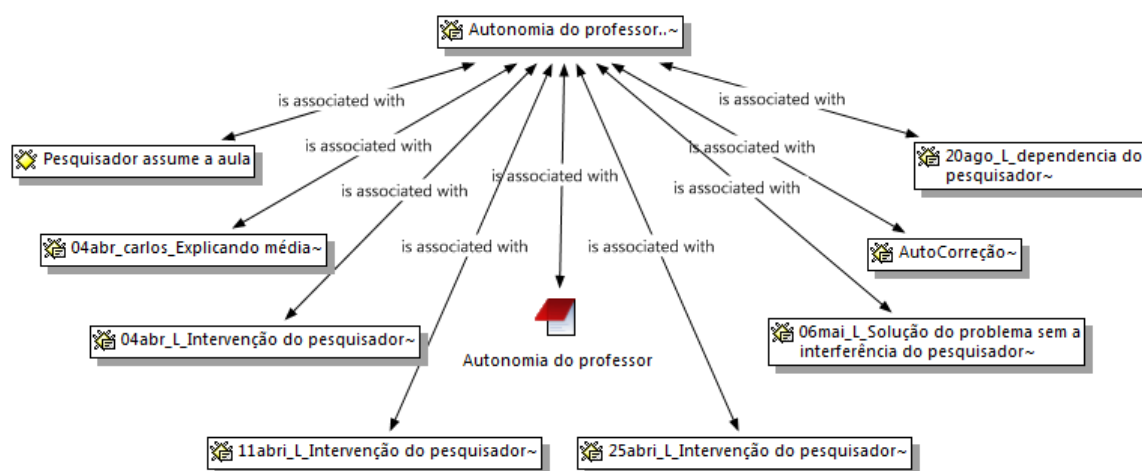


Figura 14 – Categoria: Autonomia

Um fato importante é que teve forte colaboração na criação desta categoria, figura 14, foram as excessivas intervenções do pesquisador. Apesar de ser uma pesquisa participante que trouxe algumas características da investigação-ação, como a intervenção na prática, as constantes intervenções, logo no início do processo, não contribuíram para o desenvolvimento da autonomia das professoras. Desde o início da pesquisa até meados do segundo semestre, o pesquisador teve uma presença não só de observador, mas também de intervenção, desde o trabalho com as etapas de Modelagem até o ensino de conteúdo. Percebendo a dependência que as professoras criaram em relação ao pesquisador, ele resolveu se afastar e só intervir quando for necessário, pois entende a importância da autonomia no trabalho com a Modelagem.

As professoras precisavam desenvolver a capacidade de buscar respostas às suas próprias perguntas, de organizar sozinhas os seus estudos, seus planejamentos, sem total dependência dos outros. Para conseguir autonomia, segundo Garcia (1999), os professores precisam aprender por si mesmos, iniciando e dirigindo por si próprios os processos de ensino e aprendizagem.

O nosso distanciamento surtiu o resultado esperado, pois, em vários momentos, verificamos que as professoras conseguiram desenvolver o trabalho sem a nossa presença constante, nos solicitando interferência somente nos momentos estritamente necessários. Isso foi verificado num relato da professora M, que diz “elaborei um problema para que os estudantes resolvessem pensando num conteúdo que queria ensinar, mas parei e pensei, não pode ser assim, pois não é o conteúdo que define o problema e sim o contrário”.

Esse excerto ainda mostra que a professora compreendeu e está se tornando capaz de pensar a sua aula, a partir do conhecimento adquirido sobre Modelagem e do compartilhamento da experiência com o pesquisador. Perceber que se está desviando do caminho é importante para que o professor possa fazer correções da rota e ir com o tempo adquirindo autonomia para o trabalho com a Modelagem. Esse aspecto está interligado à categoria da reflexão, pois, na medida em que o professor avança com reflexões, parece desenvolver mais autonomia e incorporar aspectos do trabalho com a Modelagem. Assim, o desenvolvimento da autonomia para o trabalho com a Modelagem, ainda que não tenha sido pleno, se fez presente, indicando que o trabalho de longo prazo é uma das dimensões a ser defendida para que o professor de matemática passe a compartilhar do estilo de pensamento próprio do trabalho com a Modelagem como Metodologia de Ensino.

Num processo de formação de professores em Modelagem, ainda que seja desejável a presença de um professor mais experiente, os formadores precisam estar atentos para que os professores em formação adquiram a autonomia necessária que é própria do trabalho com a Modelagem. De outro modo, podem reforçar as práticas já arraigadas dos professores e não contribuir para a mudança nas suas ações docentes.

4.10 Reflexão sobre a prática

No início da investigação, solicitamos às professoras que redigissem um diário relatando, detalhadamente, o desenvolvimento de cada atividade e ao final de cada relato, as reflexões delas sobre o que deu certo e errado. Ainda, pedimos que relatassem suas dúvidas, certezas, suas angústias, suas inseguranças, suas alegrias, enfim, suas impressões e sentimentos sobre o trabalho desenvolvido. Desses diários e das observações do pesquisador foram criadas as categorias e uma delas é a reflexão sobre a prática.

Refletir sobre a prática é fundamental quando se está ensinando matemática sob a perspectiva da Modelagem, pois sempre precisamos tomar decisões e corrigir rotas. Apesar de o objetivo desta investigação não ter como foco principal a formação de professores, a forma de coleta de dados com a observação participante e a investigação-ação, acabaram contribuindo de forma efetiva na formação das professoras.

Os encontros de planejamento e de reflexões com as professoras foram sistematizados a partir de quatro conceitos sugeridos por Schön (2000): 1) reflexão para a ação; 2) o

conhecimento na ação; 3) a reflexão na ação; e 4) a reflexão sobre a ação. Esses momentos foram importantes, pois foram responsáveis pelas correções das rotas e para perceber a disposição para mudar das professoras. Para Freire (2001), a reflexão deve ser crítica e permanente, por conta da condição de inacabamento do ser humano e mais, não basta refletir sobre a prática pedagógica docente, é preciso refletir criticamente e de modo permanente.

A figura 15 destaca todos os códigos livres que foram ligados à categoria Reflexão sobre a prática.

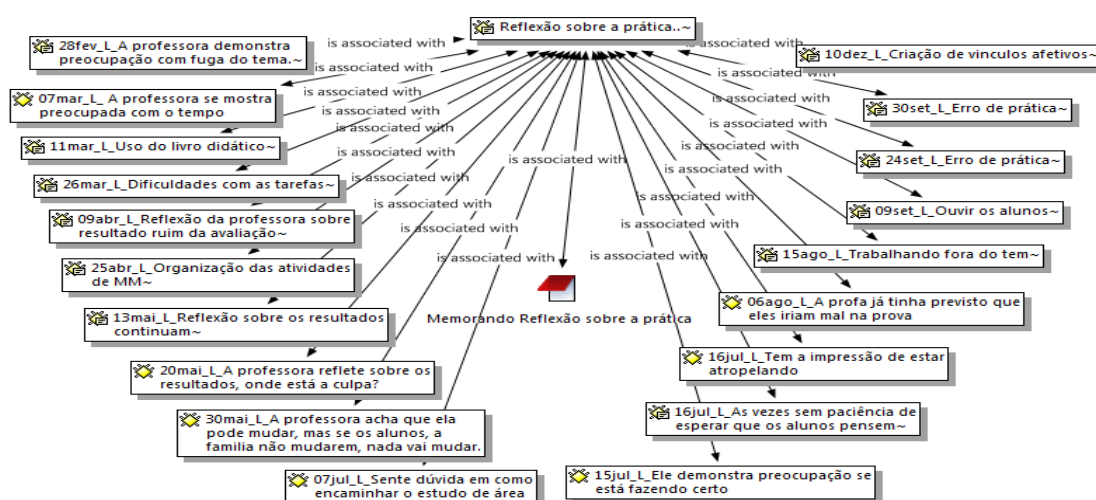


Figura 15 – Categoria: Reflexão sobre a prática

Todas as semanas eram realizadas reuniões de planejamento e de reflexões sobre o trabalho que estava sendo desenvolvido. Com o tempo, observamos que esses momentos de reflexões começavam a surgir os efeitos desejados. A professora C, por exemplo, solicitou que os estudantes fizessem os registros dos dados encontrados na pesquisa relativos ao tema escolhido e quando eles os apresentavam ela percebia que eles não sabiam fazer os registros e reconheceu que não tinha explicado como se faz. Após essa reflexão, a professora resolveu devolver o relato, depois explicou como se faz um relato e na semana seguinte eles entregam um ótimo trabalho. A atitude da professora em perceber os erros e solicitar que os estudantes refaçam o trabalho mostra claramente a disposição para mudar.

As professoras C e M percebem que os estudantes estão mais atenciosos, disciplinados e dedicados e conseguindo recuperar suas notas. Então, após refletirem, decidem contribuir com problemas mais elaborados, mais “puxados”. Aqui observamos uma mudança na postura das professoras que passam a acreditar mais na capacidade dos estudantes. Esse aspecto indica uma

contribuição da Modelagem Matemática e também da presença do pesquisador no sentido de mostrar outros aspectos a serem considerados para o entendimento dos estudantes.

Em conversa com as professoras M e L, disseram que pretendem trabalhar com Modelagem no próximo ano e vão tentar “pegar” a mesma turma, inclusive a professora M disse que vai tentar trabalhar com Modelagem em outras turmas também, porque não consegue mais trabalhar da forma tradicional baseado apenas no livro didático. Na verdade, nesta investigação, não houve a preocupação e intenção em seguir um modelo de formação de professores como sugerido por Garcia (1999), temos que pensar nisso, e não apenas um modelo para formação continuada, mas também na formação inicial do professor de matemática, principalmente em Modelagem. Porém, a reflexão constante estabelecida pelas professoras, mostra que ela é necessária à mudança de estilo de pensamento e mais, que a partir dela é possível pensar em outras estratégias para a formação, como por exemplo, encontros de debate entre os professores que querem adotar Modelagem em suas aulas.

Refletido sobre sua prática, a professora L apresentou a preocupação se não estava fugindo ao tema inicial; ao perceber que sim, recuou. Já a professora C demonstra preocupação com o tempo; para ela, as atividades estão muito demoradas, que gastou duas aulas para trabalhar um determinado conteúdo, já da forma tradicional o tempo seria de no máximo uns 30 minutos. Todavia, durante o processo de reflexão, ela se convence que o trabalho com a Modelagem necessita de mais tempo.

Outro ponto que exigiu reflexão das professoras sobre sua prática é a abordagem dos conteúdos. Elas concluíram que não era claro como essa abordagem deveria acontecer. Explicar somente o conteúdo necessário para solucionar o problema ou aproveitar e explicar todo o assunto? Em outro momento, a reflexão foi sobre o livro didático, que, no início, elas achavam que o livro era imprescindível, mas depois perceberam que o livro é um auxílio no trabalho do professor, mas que não deve ser o principal. Esse é outro aspecto amplamente discutido e defendido no âmbito da Modelagem Matemática como metodologia de ensino e aprendizagem. E o trabalho prolongado permitiu reorientar a visão e a prática das professoras, alinhando-se aos aspectos do estilo de pensamento da Modelagem.

Após dois meses de trabalho, a professora L aplicou uma avaliação e a turma não foi tão bem quanto ela esperava, e num momento de reflexão ela faz a pergunta: onde está a culpa? Será que foi o meu trabalho? Onde posso melhorar? Dedicar um tempo para refletir sobre essas questões demonstra preocupação com sua prática e com sua disposição em mudar. Continuando

em suas reflexões, a professora conclui: “eu posso mudar, mas os estudantes e a família também precisam mudar sob pena de nada mudar”.

Uma mudança importante na prática das professoras foi passar a ouvir mais os estudantes, coisa que não acontecia. Dessas conversas nasceram problemas pertinentes para resolver, às vezes não matemáticos, como, por exemplo, durante a pesquisa da pipa, quando um grupo de estudantes estava conversando sobre “cerol”, uma espécie de cola com vidro picado que eles passam na linha e que pode ser muito perigoso. A professora solicitou que aprofundassem a pesquisa sobre o “cerol” e eles encontraram até a lei que proíbe seu uso, além de constatarem o real perigo que essa prática oferece.

Um ponto observado durante todo o transcorrer do trabalho foi que, no início, a relação entre as professoras e os estudantes era bem distante e eles conversavam o estritamente necessário dentro da aula, mas, com o passar do tempo, essa relação foi mudando por conta do contato mais direto promovido pelas atividades de Modelagem, nos grupos e mesmo individual. Concluímos que a criação de vínculos afetivos entre professores e estudantes durante o desenvolvimento das atividades de Modelagem também decorre da incorporação de mais um elemento do estilo de pensamento da Modelagem. Em outras palavras, as professoras “potencializaram” as vozes dos estudantes e se tornaram mais dialógicas, passado por um processo reflexivo, antes, durante e depois de utilizar Modelagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A introdução desse trabalho apresenta um relato da minha trajetória, descrevendo inquietações em relação ao ensino e aprendizagem da Matemática. Durante o desenvolvimento desta pesquisa, algumas dessas inquietações desapareceram, outras persistem e novas surgiram. Em vários momentos, foi possível registrar as angústias dos professores, inclusive de outras disciplinas, em relação à aprendizagem dos estudantes. Alguns relatam que após 12 anos na escola (ensino fundamental e médio), os estudantes aprendem muito pouco e reconhecem que talvez o problema esteja na forma de ensinar e de se relacionar com seus estudantes. Um professor relata que “gostaria de fazer diferente, que os resultados fossem mais positivos, não apenas em relação ao aprendizado de conteúdos, mas também em relação ao crescimento dos estudantes como pessoa, que pudessem se tornar cidadãos melhores, mais conscientes e éticos” e completa, “mas infelizmente com a estrutura existente nos limitamos a desenvolver um currículo focado apenas em conteúdos”.

Consideramos importante que os avanços teóricos e práticos no campo da Educação Matemática, e mais especificamente da Modelagem Matemática, podem oferecer algumas respostas e soluções para o estado crítico que se encontra o ensino e a aprendizagem da Matemática. Todavia, conforme já explicitado, esses avanços chegam timidamente às salas de aula em algumas iniciativas pontuais. Tais iniciativas são importantes, mas não estão oferecendo as respostas esperadas e nem amenizando as angústias dos professores. Ter um currículo a cumprir e esporadicamente desenvolver uma atividade de Modelagem com seus estudantes, parece não ser suficiente para alcançar os resultados esperados.

Com essa problemática clara, observamos que investigar a prática do professor que conduz as atividades de Modelagem por um tempo mais prolongado era imperativo. Assim, a pesquisa foi realizada em três turmas da educação básica de escolas públicas por um período de um ano. A abordagem utilizada foi qualitativa e alinhada ao paradigma interpretativo, que valoriza a compreensão e a explicação e ao método indutivo que parte de um conjunto empírico de dados e busca desenvolver uma teoria ou encontrar uma teoria que se lhe adapte. Para coleta e análise dos dados, optamos por uma abordagem mista que se apropria de algumas

características da Etnografia e de algumas características da *Grounded Theory*, tendo como técnicas principais a observação participante e os diários das professoras.

Com dados coletados pelo pesquisador e registrado no diário das professoras e com o auxílio do *software* Atlas.Ti, foi feita a primeira codificação chamada de livre, destacando questões relacionadas a prática das professoras. Na segunda codificação, chamada de axial, foi possível encontrar 11 categorias que, após reflexões e análises, concluímos que elas estão subordinadas a uma categoria central, conforme indica a figura 5 já apresentada anteriormente.

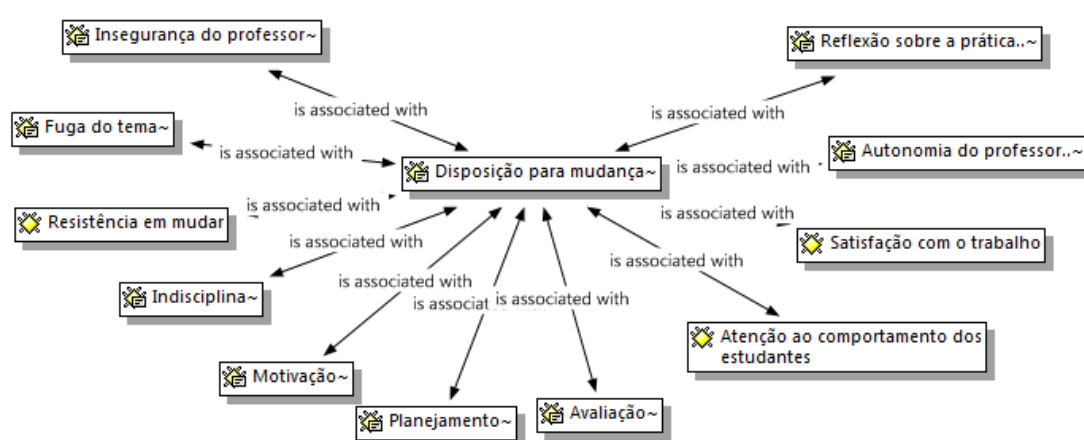


Figura 5 – Codificação axial

A categoria central encontrada foi a **Disposição para Mudança** como uma competência essencial que um professor deve ter para buscar soluções e alternativas para a prática que desenvolve, além de estar aberto para aprender, propondo e incentivando mudanças e se engajando de forma constante em seu desenvolvimento pessoal e profissional.

Inicialmente, a **insegurança** era em relação aos conteúdos, depois com as etapas da Modelagem e finalmente em trabalhar sem a participação e colaboração do pesquisador. Esses aspectos devem ser levados em consideração durante o processo de formação, pois afeta diretamente a disposição para mudança. Estando inseguras, as professoras apresentam forte **resistência em mudar** e a persistente **fuga do tema**.

É oportuno destacar que à medida que o trabalho avançava, a insegurança era reduzida e conseqüentemente a resistência em mudar e as fugas do tema também. A **indisciplina** foi uma preocupação constante durante o trabalho com o primeiro tema, mas as professoras, após momentos de reflexões, observaram que a indisciplina foi gradativamente sendo reduzida a medida que a insegurança, a resistência em mudar e as fugas dos temas eram reduzidas. Com

isso era possível perceber claramente maior **motivação** das professoras e com mais disposição para mudar.

Durante o desenvolvimento dos temas, também ficou claro a importância do **planejamento**, que deve acontecer de forma adequada e durante todo o processo. No processo de planejamento a **avaliação** teve grande destaque e exigiu longos momentos de reflexões sobre a forma tradicional de avaliar e como poderíamos avaliar em Modelagem. Como as professoras começaram a apresentar forte disposição para mudanças, a partir do segundo semestre as preocupações com a avaliação tiveram sensível redução, pois passaram a compreender a avaliação de forma diferente, mesmo assim, são necessários estudos mais aprofundados em relação a avaliação em Modelagem.

A **atenção ao comportamento dos estudantes** acabou se destacando à medida que as categorias anteriores sofriam mudanças, pois precisamos ter um professor que seja capaz de estabelecer uma comunicação mais efetiva com seus estudantes, uma conexão, estar atendo ao seu comportamento, não só disciplinar, mas também em relação às suas dúvidas, às ansiedades e às expectativas. Essa atenção permitiu perceber que os estudantes mudam antes dos professores. Tudo isso afeta diretamente a **satisfação com o trabalho** que impacta diretamente na prática do professor e em sua disposição para mudar.

Como a questão principal desta pesquisa foi investigar a prática do professor, não houve inicialmente a preocupação em ir a campo com algum modelo de formação de professores e isso possibilitou, no início, maior intervenção do pesquisador nas atividades desenvolvidas, o que se mostrou necessário num primeiro momento para o desenvolvimento do trabalho, mas que foi prejudicial para o desenvolvimento da **autonomia** do professor, que em muitas situações ficou muito dependente do pesquisador, adiando determinadas atividades quando o pesquisador não estava presente.

Todas as categorias anteriores estiveram presentes nos momentos de **reflexão sobre a prática** das professoras. Refletir para ação, na ação e sobre a ação é fundamental para fortalecer a disposição para mudar. Indo além, uma conclusão importante é a necessidade do trabalho da Modelagem desenvolvido por um tempo mais prolongado, estar acompanhado de um modelo de formação de professores, no caso, o que mais se aproxima é o modelo reflexivo e autônomo. O professor reflexivo e com autonomia são componentes desse tipo de professor com estilo de pensamento para trabalhar com a Modelagem. O processo de formação tem que caminhar para desenvolver este estilo de pensamento.

É também importante destacar que a formação do professor de Matemática para a prática de Modelagem deve ser feita com o professor no ambiente da sala de aula, com tempo necessário para que o professor compreenda mais plenamente a metodologia e possa desenvolvê-la com segurança. A prática do professor se modifica quanto mais a interação, tendo oportunidade de mudar seu estilo de pensamento, pois o estilo predominante não é compatível àquilo que é próprio da Modelagem na Educação Matemática (KLÜBER, 2012).

Portanto, que sejam proporcionados ao professor, durante a formação, momentos de reflexões sobre sua prática, procurando sempre desenvolver a autonomia do professor, para que ele possa fazer a gestão da sua aula, apropriando-se de elementos do estilo de pensamento do coletivo necessário para a adoção da Modelagem para conduzir o ensino.

Concluindo, os dados revelam que quando o professor adota a Modelagem como eixo metodológico por um longo período de tempo, isso não garante que ele adotará de forma permanente a Modelagem em sua prática, mas a experiência revelou mudanças importantes em seu estilo de pensamento e na sua prática. Disposição para mudança foi a categoria central encontrada, que se conecta fortemente às outras categorias e que demonstraram redução da insegurança das professoras, maior satisfação com o trabalho, maior motivação, compreensão da importância do planejamento antes e durante as atividades de Modelagem, avanço na compreensão sobre avaliação, atenção ao comportamento dos estudantes, evolução em relação à sua autonomia e ao reconhecimento da importância da reflexão constante da sua prática.

REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2003.
- ALMEIDA, L. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2012.
- ALVES-MAZZOTTI, A. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 203 p., 1998.
- BANDEIRA-DE-MELLO, R; CUNHA, C.J.C. de A. Operacionalizando o método da Grounded Theory nas pesquisas em estratégias: técnicas e procedimentos de análise com apoio do software Atlas/ti. In: ENCONTRO DE ESTUDOS EM ESTRATÉGIA. Curitiba. **Anais...**Rio de Janeiro: ANPAD, P.1-11, 2003.
- BARBOSA, J. C. Modelagem matemática e os professores: a questão da formação. **Bolema**, Rio Claro, n. 15, p. 5-23, 2001.
- _____. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. Tese (Doutorado em Educação) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- _____. **Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico**, 2001.
- _____.; ARAÚJO, J. de L; CALDEIRA, A. D.; GT 10 – **Modelagem Matemática: relatório das sessões do GT10 no IV SIPEM**. SBEM: 2009. Disponível em: http://www.sbem.com.br/gt10/pdf/relatorio_ivsipem.pdf. Acesso em 13 de dezembro 2012).
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.
- _____. Modelagem matemática - Uma disciplina emergente nos programas de formação de professores. In: **Anais do XXII Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional**, 1999, Santos. Biomatemática IX. Campinas: IMECC, 1999. v.9. p. 9 – 22.
- BIANCHI, E.M.P.G; IKEDA, A.A. Usos e Aplicações da Grounded Theory em Administração. **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional - PROPAD/UFPE**. Recife, 2008.
- BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática**. Blumenau: Ed. FURB, 1999.
- _____.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2005.
- _____. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 07-32, jul. 2009.
- _____.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no Ensino**. 3. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

BOGDAN, R.C.;BIKLEN, S.K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal. Porto Editora. 1994.

BOMBASSARO, L. C. **Ciência e mudança conceitual**: notas sobre Epistemologia e História da Ciência. Porto Alegre: Edipucrs, 1995.

BOYER, C. B. **História da Matemática**. 2. ed. Trad. Elza F. Gomide. São Paulo: EdgardBlücher, 1996.

BURAK, D. ; KLÜBER, T. E.. Educação Matemática: contribuições para a compreensão de sua natureza. **Acta Scientiae** (ULBRA), v. 10, p. 93-106, jul-dez, 2008.

_____. A Modelagem Matemática e a sala de aula. In: Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática - I EPMEM, 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: UEL, 2004.

_____. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na Educação Matemática**, 2010, Vol. 1, No. 1, 10-27

_____. **Modelagem Matemática**: ações e interações no processo de ensino aprendizagem. Tese (Doutorado em Educação) - FE/UNICAMP, Rio Claro, 1992.

_____. **Uma perspectiva de modelagem matemática e a aprendizagem da matemática**. In: BRANDT, C. F (Org.); BURAK, D. (Org.); KLÜBER, T. E. (Org.). **Modelagem Matemática: Uma perspectiva para a Educação Básica**. 1ª. ed. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2010. p.15-38.

_____.; ARAGÃO, R.M.R. **A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa**. Curitiba, PR: CRV, 2012, 129p.

_____.; KLUBER, T.E. Modelagem Matemática na Educação Básica Numa Perspectiva de Educação Matemática. In: _____. (Org.); PACHECO, E. R. (Org.); KLÜBER, T. E. (Org.). **Educação Matemática: Reflexões e Ações**. 1. ed. Curitiba, PR: CRV, v. 1, p.147-164, 2010.

_____.; _____. Modelagem Matemática: Pontos que Justificam a Sua Utilização no Ensino. In: **IX Encontro Nacional de Educação Matemática**. Belo Horizonte - MG, 2007.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Matemática/ Secretaria de Educação Fundamentação – Brasília, DF: MEC/ SEF, 1998.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria**: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. Santa Catarina. v. 2. n. 2, 2009.

_____. **Educação Matemática e Ambiente**: um contexto de mudança. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

COHEN, R. Allan; FINK, L. Stephen. **Comportamento Organizacional**: conceitos e estudos de casos. 7 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

DA ROS, M. A. **Estilo de pensamento em educação médica: um estudo da produção da FSP-USP e ENSP-FIOCRUZ entre 1948 e 1994, a partir de epistemologia de Ludwik Fleck**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

DELIZOICOV, D. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 21, n. 2, 2004.

_____.;et al. Sociogênese do conhecimento e pesquisa em ensino: contribuições a partir do referencial Fleckiano. **Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis**, v. 19, n. especial, p. 52-69, dez. 2002.

DESLAURIERS, J.P.; KÉRISIT, M. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: Vários autores. **A pesquisa qualitativa – enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

DIAS, M. R.; ALMEIDA, L. M. W. Formação de professores e Modelagem Matemática. In: Encontro Nacional de Educação, Recife. **Anais...** Recife: SBEM, 2004.

FERREIRA, C. R. A modelagem matemática na formação continuada de professores: o relato de uma experiência. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. (Orgs.). **Modelagem Matemática - uma perspectiva para a Educação Básica**. 1ed.Ponta Grossa, PR: Editora UEPG, 2010, v. 1, p. 81-96.

_____. **Modelagem Matemática na Educação Matemática: contribuições e desafios à formação continuada de professores na modalidade educação a distância online**. Ponta Grossa, 2010b. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG, 2010(b).

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

_____.; Miguel, A.; MIORIM, M. A. Álgebra ou Geometria: para onde pende o pêndulo? In: **ProPosições**. São Paulo, v.3, n.1 (7), pp.39-54. 1992.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico**. Belo Horizonte: FABREFACTUM, 2010.

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

_____. **Política e educação**. São Paulo: Cortez, 1997.

GARCÍA, C.M. **Formação de Professores: para uma mudança educativa**. Porto: Porto Editora, 1999.

GATTI, B. A. ; NUNES, M. M. (orgs.). Formação de professores para o Ensino Fundamental: instituições formadoras e seus currículos. **Relatório de Pesquisa**. Fundação Carlos Chagas/Fundação Victor Civita, 2008, 2 v.

GAZZETA, M. **A Modelagem como Estratégia de Aprendizagem na Matemática em Cursos de Aperfeiçoamento de Professores**. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1989.

GOMES, M.L.M. **História do Ensino da Matemática: uma introdução**. Belo Horizonte CAED-UFGM, 2012.

GONDIM, S.M.G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. Universidade Federal da Bahia. **Paidéia**, 149-161, 2003.

GUIMARÃES, H. M. Por uma matemática nova nas escolas secundárias: perspectivas e orientações curriculares da matemática moderna. In: MATOS, J. M.; VALENTE, W. R. (Org.). **A matemática moderna nas escolas do Brasil e de Portugal: primeiros estudos**. São Paulo: Da Vinci / CAPES-GRICES, 2007, p. 21-45.

HARGREAVES, A. **Os professores em tempo de mudança: o trabalho e a cultura dos professores na idade Pós-Moderna**. Portugal: MacGraw-Hill, 1998.

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

JACCOUD, L.; MAYER, R. A observação direta e a pesquisa qualitativa. In: Vários autores. **A pesquisa qualitativa – enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

KENSKI, V. M. A urgência de propostas inovadoras para a formação de professores para todos os níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, v. 15, n. 45, p. 423-441.

KILPATRICK, J. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a EM como campo profissional e científico. **ZETETIKÉ, Campinas: CEMPEM – FE-Unicamp**, v.4, n.5, p. 99-120, jan-jun. 1996.

KILPATRICK, J. **História de la investigación en Educación Matemática**. In: KILPATRICK, J. et al.. **Educación Matemática y investigación**. Madrid: Editorial Sonteses, 1992.

KLUBER, T. E. Aspectos relativos à noção de prática(s) de modelagem matemática na educação matemática. **REVEMAT**, Florianópolis(SC), V. 08, n.1, p.92-103, 2013.

_____. (Des) Encontros entre a Modelagem Matemática na Educação Matemática¹ e a Formação de Professores de Matemática. **ALEXANDRIA**. Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis. v. 5, n.1, p.63-84, maio 2012.

_____. **Modelagem Matemática e etnomatemática no contexto da Educação Matemática: aspectos filosóficos e epistemológicos**. 2007. 115 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007.

_____. Um olhar sobre a Modelagem Matemática no Brasil sob algumas categorias fleckianas. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis. v. 2, n.2, jul. 2009.

_____; BURAK, D. Bases Epistemológicas e Implicações para Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática em Sala de Aula. **Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional**, Curitiba, v. 8, n. 20, p.278-294 set./dez. 2013.

_____; _____. Concepções de Modelagem Matemática: Contribuições Teóricas. **Educ. Mat. Pesq.**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, jan.-jun., 2008.

LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LAPERRIÈRE, A. O delineamento de pesquisa qualitativa. In: Vários autores. **A pesquisa qualitativa** – enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A Historia das Leis de Mendel na Perspectiva Fleckiana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.97-108, jan/abr 2001.

LORENZETTI, L. **Estilos de Pensamentos em Educação Ambiental**: Um Estudo a partir das Dissertações e Teses. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MARTINS, A.M. Autonomia e Educação: a trajetória de um conceito. **Fundação Carlos Chagas Cadernos de Pesquisa**, n. 115, p. 207-232, março/ 2002.

MICOTTI, M. C. de O. O ensino e as propostas pedagógicas. In: BICUDO, M. A. V. **Pesquisa em educação matemática**: concepções e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

MIGUEL, A.; GARNICA, A.V. M.; IGLIORI, S.B. C.; D'AMBROSIO, U. A educação matemática: breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização. **Rev. Bras. Educ. [online]**, n.27, pp. 70-93, 2004.

MIORIM, M. A. **Introdução à História da Educação Matemática**. São Paulo: Atual, 1998.

_____. Livros didáticos de matemática do período de implantação do movimento da matemática moderna no Brasil. In: **V CIBEM - Congresso Ibero-americano de educação matemática**. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, v. 1, p. 1-20, 2005.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

_____. **Sete saberes necessários à Educação do Futuro**. São Paulo: Cortez, 2006.

NETO, J.A.S.P. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. **Séries-Estudos** – Periódicos do Mestrado em Educação da UCDB. Campo Grande-MS, n.21, p.117-130, jan/jun.2006.

NÓVOA. A. **Os professores e sua formação**. Lisboa: Nova Enciclopédia, 1992.

OLIVEIRA-FORMOSINHO, J. Desenvolvimento Profissional dos Professores. In: FORMOSINHO, J. (Coord.) **Formação de professores**: Aprendizagem profissional e acção docente. Porto, Portugal: Ed. Porto, 2009.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Rede Pública do Estado do Paraná – Matemática**. Curitiba: SEED, 2008.

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

PETRAGLIA, I. C. **Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber**. 9.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

PFUETZENREITER, M.R. Epistemologia de Ludwik Fleck como referencial para a pesquisa nas ciências aplicadas. **Episteme**, Porto Alegre, n. 16, p. 111-135, jan./jun. 2003.

POLETTINI, A. F. F. Análise das experiências vividas determinando o desenvolvimento profissional do professor de Matemática. In: M. A. V. Bicudo. **Pesquisa em Educação Matemática: concepções & perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999. p. 247-261.

RIUS, E. B. La educación matemática: Una reflexión sobre su naturaleza y sobre su metodología (primera de dos partes). **Iberoamérica** – México, v. 1, n. 2, p. 28-42, ago. 1989.

ROSEN, G. **Uma história da saúde pública**. São Paulo: Hucitec, 1994.

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

SANTOS, L. A investigação e os seus implícitos: Contributos para uma discussão. En L. Blanco et al. (Eds), **Actas del VI Simposio de la SEIEM** (pp. 157-170). Logroño: Universidad de Logroño. 2002.

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, 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.

SILVEIRA, E. **Modelagem matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses e dissertações**. Dissertação de mestrado em Educação – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

_____.; CALDEIRA, A.D. Modelagem na Sala de Aula: Resistências e obstáculos. **BOLEMA[online]**. 2012, vol.26, n.43, p. 1021-1047.

SLONGO, I. I. P. **A produção acadêmica em ensino de biologia: um estudo a partir de teses e dissertações**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOARES, M. Um olhar sobre o livro didático. **Presença Pedagógica**, v. 2, n. 2, p. 53-63, nov./dez. 1996.

SOTO, E. **Comportamento organizacional: O impacto das Emoções**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2005.

TAMBARUSSI, C.M.; KLUBER, T. E. A pesquisa em Modelagem Matemática na Educação Matemática: sobre as atividades de formação continuada em teses e dissertações. *REVEMAT*. Florianópolis (SC), v. 9, Ed. Temática (junho), p. 38-56, 2014.

_____; _____. Algumas Características da Pesquisa em Modelagem Matemática na Formação Continuada de Professores. In: **XII EPREM – Encontro Paranaense de Educação Matemática**, 2014, Campo Mourão.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 14.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

VEIGA, L.; GONDIM, S.M.G. A utilização de métodos qualitativos na ciência política e no marketing político. **Opinião Pública**. 2(1), 1-15, 2001.

WAGNER III, J.A.; HOLLENBECK, J.R. **Comportamento Organizacional: Criando vantagem competitiva**. São Paulo: Saraiva, 1999.

ANEXOS A**QUESTIONÁRIO****MODELAGEM MATEMÁTICA – CONHECIMENTO E PRÁTICA**

Modelagem Matemática: conhecimento e prática

Prezado Professor(a)

Obrigado por dedicar parte do seu tempo para responder a este questionário. Seu feedback é muito importante para esta pesquisa que tem como um dos objetivos contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem da Matemática.

TERMO DE ESCLARECIMENTO

Este questionário é parte de uma pesquisa de doutorado do Programa de Pós Graduação em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG e tem como tema: UM ESTUDO SOBRE A MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA COMO EIXO METODOLÓGICO DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA. O objetivo do questionário, neste contexto, é obter informações sobre o conhecimento e a prática dos professores de Matemática em relação a Modelagem Matemática. Seus dados serão mantidos sob nossa guarda e responsabilidade e serão garantidos seu sigilo e anonimato. Salientamos que estaremos disponíveis para quaisquer esclarecimentos através dos dados que seguem: Pesquisador Prof. Me. Carlos Roberto Ferreira, RG. 33407351, CPF: 36399183987, e-mails: prof.crferreira@gmail.com e carlosferreira@unicentro.br, telefones (042) 36240892 e 88166950. Comitê de Ética em Pesquisa da UEPG: Av. Gen. Carlos Cavalcant, 4748, bloco M, sala 12, CEP 84030900, Ponta Grossa, Paraná, Fone (42) 3220 3108, email: seccoep@uepg.br. Parecer aprovado do Comitê de Ética Número 544.843 em 27/02/2014.

IMPORTANTE!! Clicar em ENVIAR ao final do questionário.

*Obrigatório

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO *

Declaro que estou ciente que : 1) Não receberei qualquer tipo de benefício pessoal ou financeiro por participar desta pesquisa; 2) Não existem possíveis desconfortos e riscos decorrentes da participação; 3) Minha privacidade será respeitada, com meus dados mantidos em sigilo; 4) Posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar-me, e não sofrerei qualquer prejuízo; 5) Tenho livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências durante a pesquisa; Finalmente, tendo sido orientado quanto ao teor do projeto e compreendido o objetivo do questionário, manifesto meu livre consentimento em participar.

☐ SIM, quero participar da pesquisa.

1. Nome completo. *

2. Idade: *

- ☐ 20 a 25 anos
- ☐ 26 a 30 anos
- ☐ 31 a 35 anos
- ☐ 36 a 40 anos

01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática

- ☐ 41 a 45 anos
- ☐ 46 a 50 anos
- ☐ 51 a 55 anos
- ☐ 56 a 60 anos
- ☐ Mais de 60 anos

3. Graduação: *

Você pode marcar mais de uma opção.

- ☐ Licenciatura em Matemática
- ☐ Bacharelado em Matemática
- ☐ Licenciatura em Ciências com Habilitação em Matemática
- ☐ Outro:

4. Atuação: *

Você pode marcar mais de uma opção.

- ☐ Ensino fundamental
- ☐ Ensino médio
- ☐ Ensino superior
- ☐ Outro:

5. Núcleo de Educação a que está vinculado: ***6. Há quanto tempo leciona Matemática? ***

- ☐ Menos de 1 ano
- ☐ 1 a 5 anos
- ☐ 6 a 10 anos
- ☐ 11 a 15 anos
- ☐ 16 a 20 anos
- ☐ Mais de 20 anos

7. Última formação acadêmica: *

- ☐ Graduação
- ☐ Especialização concluída
- ☐ Especialização em andamento
- ☐ Mestrado concluído
- ☐ Mestrado em andamento
- ☐ Doutorado concluído
- ☐ Doutorado em andamento

8. Vínculo empregatício: *

- ☐ Efetivo
- ☐ PSS

9. Carga horária semanal: *

Incluindo aula e hora atividade.

01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática

- ☐ até 20 horas
- ☐ de 21 a 30 horas
- ☐ de 31 a 40 horas
- ☐ mais de 41 horas

10. 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 marcar 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

11. Sobre seu conhecimento em relação a MODELAGEM MATEMÁTICA. *

Você pode marcar mais de uma opção.

- ☐ Não conheço nada sobre Modelagem Matemática.
- ☐ Só ouvi falar, li alguma coisa, conheço pouco.
- ☐ Participei de um minicurso sobre Modelagem Matemática em um encontro de Educação Matemática
- ☐ Fiz como disciplina na graduação ou pós-graduação.
- ☐ Fiz pós-graduação em Ensino de Matemática com ênfase em Modelagem Matemática
- ☐ Participei de um grupo de pesquisa, onde fiz leituras de artigos e livros sobre Modelagem Matemática
- ☐ Participei de um curso de formação em Modelagem Matemática na escola.
- ☐ Outro:

12. Sobre sua prática com a Modelagem Matemática. *

Você pode marcar mais de uma opção.

- ☐ Nunca utilizei a Modelagem Matemática em minhas aulas.
- ☐ Já utilizei, mas foi uma experiência curta.
- ☐ Tentei utilizar, mas senti dificuldade e desisti.
- ☐ Procuro seguir o livro didático e de forma esporádica desenvolvo alguma atividade de Modelagem Matemática.
- ☐ Procuro diversificar minhas aulas, desenvolvo atividades utilizando a Modelagem Matemática, utilizo jogos, mídias tecnológicas e resolução de problema.
- ☐ Outro:

13. Caso não utilize a Modelagem Matemática em suas aulas, indique o motivo:

Você pode marcar mais de uma opção.

- ☐ Após a formação, sozinho(a) em sala de aula, a insegurança e falta de domínio, motivam a desistir da utilização da Modelagem.
- ☐ O currículo é previamente estabelecido, não oportunizando ao 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 alternativo
- ☐ Falta de interesse por parte dos alunos, indisciplina.
- ☐ Falta de tempo para elaboração de projetos de ensino alternativos

01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática

- ☐ Prefiro o ensino tradicional, baseado no livro didático.
- ☐ Trabalhando com a Modelagem Matemática, não consigo abordar os conteúdos pertinentes a cada ano. E isso é prejudicial aos alunos.
- ☐ Outro:

14. Você está satisfeito(a) com o trabalho que vem desenvolvendo para ensinar matemática? Dê uma nota que reflete a sua satisfação. *

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



15. Caso queira, fique a vontade para qualquer comentário.

Está questão não é obrigatória

Enviar

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

100% concluído.

Powered by

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

[Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Termos Adicionais](#)

ANEXO B**RESPOSTAS QUESTIONÁRIO****MODELAGEM MATEMÁTICA – CONHECIMENTO E PRÁTICA**

01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática - Formulários Google

prof.crferrera@gmail.com ▼

[Editar este formulário](#)

87 respostas

[Visualizar todas as respostas](#)[Publicar análise](#)

Resumo

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO

SIM, quero participar da pesquisa. 87 100%



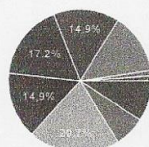
1. Nome completo.

Maria Antonieta Giacomel
 Vantelen da Silva Silva
 ADRIANE ELEUTÉRIO SOUZA
 CLAUDETE ADRIA
 Luciano Matulle
 Débora Regina Rodrigues de Freitas
 MARCIA C. RIBAS
 Terezinha Aparecida de Moraes
 Adriana Presotto
 Margaret Charnei
 Mariane Monteiro
 Elizangela Roth
 Guisla Schmickler
 Alberto Piasecki Junior
 MARIA LÚCIA TOMADON
 Andreia dos Santos
 MARTINHO WOJDYLO
 Nathaly Pereira
 Marci aCaroline Klingelfus de Oliveira
 Tania Vanessa Leal
 Ednilson José Barbosa
 neiva ferreira bueno
 JOAO CARLOS DE OLIVEIRA
 Ruben Castex Neto
 Wlen Ronaldo da Silva
 Fernanda Tavema
 silmara de fatima santos bassetti
 Maristel Nascimento
 Luiz Fabiano dos Anjos
 Cleusa Aparecida Didomenico do Nascimento de Souza
 CREUSA RODRIGUES DA SILVA VILLELA
 Vilma Rinaldi Bisconsini
 Abimael Fernando Moreira
 Sonia
 Ana Paula Herrero
 Flávia Maria Gonçalves
 Renata Abreu
 Viviane Dziubate Pittner
 Vanderlei Lavaqui
 Marivania Bonometti Medina
 Denis Rogério Sanches Alves
 Keli Cristina Minosso Zocchi
 Maria Tereza Jaskiw
 MARIA VALERIA NEGREIROS CESAR FAGA
 LEONARDO SEVERO

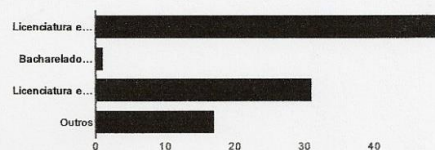
01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática - Formulários Google

Jair Luis Schuvaab
 Josiane Caroline Protti
 Doraci Trentini da Silva
 Elida Rejane Cruz dos Santos Pereira
 AYSLAN PORFIRIO DOS SANTOS
 Maria Inoes Roble Alves
 jocelito biffi
 Roberto Rech
 Adroaldo Hygino Ferreira
 Wilson Archangelo
 Danaê Jacqueline de Aguiar Camilotti
 Dhiancarly Fodra Gonçalves
 Adnielson Lima da Silva
 Eliana Cristina Moro Barbosa da Silveira
 Eloí Martelli Martins
 Elisiane andria
 Márcia Regina Pacheco Toledo
 Ines Maria Bonfante
 ACIL BATISTA VILELA
 Rosmeri Philippsen
 Maria Celsolina Neves
 Simone Moreira
 Aparecida Bandeira
 Clecir Fatima Pietrobon Maccarini
 KARIN REGINA MINOSSO GNOATTO
 Myrian Pastore da Silva
 ELAINE CRISTINA BRUGNARI ELIAS
 LUCIANE SANTANA MORAIS
 Ausdry Viviane Vanzela Brandalise
 Andréia Pastore Frana
 LUCIA HELENA DE ARAUJO
 Rosilene Sprot dos Santos Poluha
 sueli terezinha koch
 Thayane maria da Silva
 Francisco Goreske Neto
 Eliane Barbara Kunrath Dahmer
 Fabio Junior Sarti
 Maria Segato Sabedra Vieira
 Nelson Marczal
 Bernadete Hammerschmidt Dall'Agnol
 Paula Irene dos Santos
 APAARECIDA ALVES DOS SANTOS

2. Idade:

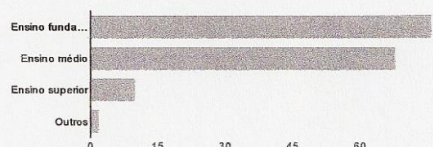
20 a 25 anos	8	9.2%
26 a 30 anos	6	6.9%
31 a 35 anos	18	20.7%
36 a 40 anos	13	14.9%
41 a 45 anos	15	17.2%
46 a 50 anos	13	14.9%
51 a 55 anos	12	13.8%
56 a 60 anos	1	1.1%
Mais de 60 anos	1	1.1%

3. Graduação:

Licenciatura em Matemática	49	56.3%
Bacharelado em Matemática	1	1.1%
Licenciatura em Ciências com Habilitação em Matemática	31	35.6%
Outros	17	19.5%

01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática - Formulários Google

4. Atuação:

Ensino fundamental	76	87.4%
Ensino médio	68	78.2%
Ensino superior	10	11.5%
Outros	2	2.3%

5. Núcleo de Educação a que está vinculado:

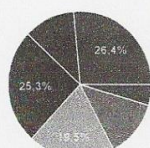
Guarapuava
 Toledo
 Umuarama
 Pato Branco
 NRE Guarapuava
 Pitanga
 Curitiba
 GUARAPUAVA
 CURITIBA
 Ponta Grossa
 TOLEDO
 PATO BRANCO
 UNICENTRO - DEPED
 NRE GUARAPUAVA
 Guarapuva
 nre Guarapuava
 nucleo de guarapuava
 Área Metropolitana Norte
 area metropolitana norte
 Cascavel
 UMUARAMA
 Núcleo Regional de Educação de Assis Chateaubriand
 SEED/PR
 Ivaiporã
 Apucarana
 Cornélio Procopio
 NRE Pato - Branco
 NRE - Pitanga
 JACAREZINHO
 Toledo Pr
 Núcleo de Cianorte
 PITANGA
 núcleo de toledo-pr
 pato branco
 nre umuarama
 Toledo e Cascavel
 NRE CURITIBA
 Toledo Paraná
 Umuarama Pr
 Nre Pato Branco
 NRE de Toledo
 Maringá
 NRE Pato Branco
 NRE-Toledo e SED-MS
 CIANORTE
 norte
 Nucleo de Pato Branco -PR
 NRE SUL
 NRE

6. Há quanto tempo leciona Matemática?

Menos de 1 ano	4	4.6%
1 a 5 anos	11	12.6%

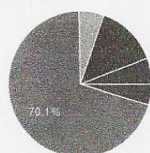
01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática - Formulários Google



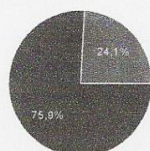
6 a 10 anos	17	19,5%
11 a 15 anos	22	25,3%
16 a 20 anos	10	11,5%
Mais de 20 anos	23	26,4%

7. Última formação acadêmica:



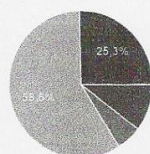
Graduação	4	4,6%
Especialização concluída	61	70,1%
Especialização em andamento	5	5,7%
Mestrado concluído	12	13,8%
Mestrado em andamento	5	5,7%
Doutorado concluído	0	0%
Doutorado em andamento	0	0%

8. Vínculo empregatício:



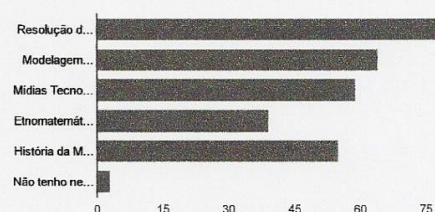
Efetivo	66	75,9%
PSS	21	24,1%

9. Carga horária semanal:



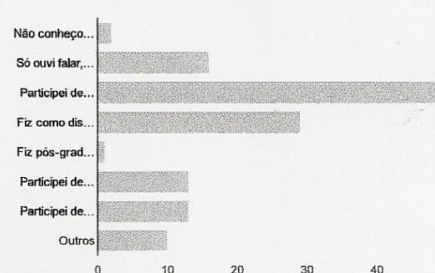
até 20 horas	9	10,3%
de 21 a 30 horas	5	5,7%
de 31 a 40 horas	51	58,6%
mais de 41 horas	22	25,3%

10. 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?



Resolução de Problemas	78	89,7%
Modelagem Matemática	64	73,6%
Mídias Tecnológicas	59	67,8%
Etnomatemática	39	44,8%
História da Matemática	55	63,2%
Não tenho nenhum conhecimento ou experiência com as tendências acima	3	3,4%

11. Sobre seu conhecimento em relação a MODELAGEM MATEMÁTICA.

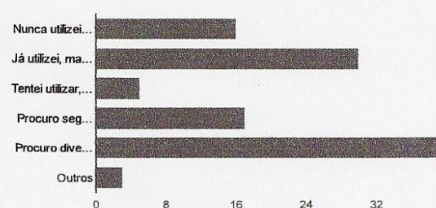


01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática - Formulários Google

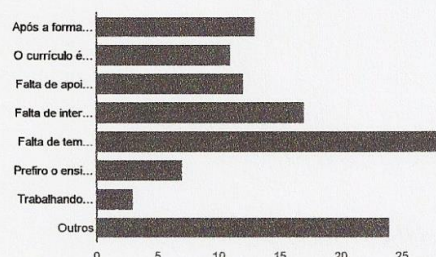
Não conheço nada sobre Modelagem Matemática.	2	2.3%
Só ouvi falar, li alguma coisa, conheço pouco.	16	18.4%
Particpei de um minicurso sobre Modelagem Matemática em um encontro de Educação Matemática	49	56.3%
Fiz como disciplina na graduação ou pós-graduação.	29	33.3%
Fiz pós-graduação em Ensino de Matemática com ênfase em Modelagem Matemática	1	1.1%
Particpei de um grupo de pesquisa, onde fiz leituras de artigos e livros sobre Modelagem Matemática	13	14.9%
Particpei de um curso de formação em Modelagem Matemática na escola.	13	14.9%
Outros	10	11.5%

12. Sobre sua prática com a Modelagem Matemática.



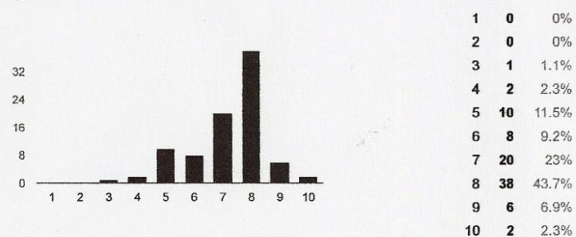
Nunca utilizei a Modelagem Matemática em minhas aulas.	16	18.4%
Já utilizei, mas foi uma experiência curta.	30	34.5%
Tentei utilizar, mas senti dificuldade e desisti.	5	5.7%
Procuro seguir o livro didático e de forma esporádica desenvolvo alguma atividade de Modelagem Matemática.	17	19.5%
Procuro diversificar minhas aulas, desenvolvo atividades utilizando a Modelagem Matemática, utilizo jogos, mídias tecnológicas e resolução de problema.	39	44.8%
Outros	3	3.4%

13. Caso não utilize a Modelagem Matemática em suas aulas, indique o motivo:



Após a formação, sozinho(a) em sala de aula, a insegurança e falta de domínio, motivam a desistir da utilização da Modelagem.	13	15.
O currículo é previamente estabelecido, não oportunizando ao professor variar sua metodologia de ensino, pois é necessário cumprir o programa, que é inflexível.	11	13.
Falta de apoio da escola no sentido de propiciar condições para a prática de ensino alternativo	12	14.
Falta de interesse por parte dos alunos, indisciplina.	17	20.
Falta de tempo para elaboração de projetos de ensino alternativos	28	34.
Prefiro o ensino tradicional, baseado no livro didático.	7	8.
Trabalhando com a Modelagem Matemática, não consigo abordar os conteúdos pertinentes a cada ano. E isso é prejudicial aos alunos.	3	3.
Outros	24	29.

14. Você está satisfeito(a) com o trabalho que vem desenvolvendo para ensinar matemática? Dê uma nota que reflete a sua satisfação.



15. Caso queira, fique a vontade para qualquer comentário.

01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática - Formulários Google

Desenvolvo atividades ligadas à Modelagem Matemática, mas são esporádicas, uma vez que percebo que a modelagem na teoria é muito abordada e estudada, mas, na prática, no dia a dia, torna-se um pouco vago, como se estivesse em terreno incerto, sem um apoio em que possa me assegurar dos resultados que poderei alcançar. Dessa forma, acho que a Modelagem ainda anda no escuro ao que se refere ao ambiente de sala de aula.

Sabemos que cabe a cada professor sair de sua zona de conforto e, buscar alternativas que contemplem as novas tendências de ensino em matemática, principalmente no sentido de melhorar o aprendizado do educando. No entanto, uma mudança no currículo seria de grande ajuda nos tempos de hoje. Isso é algo para se pensar.

Infelizmente os alunos não estão muito afim de aprender, mas apesar de me esforçar bastante para a docência acho que poderia fazer melhor ainda de forma a despertar o interesse e melhor aprendizado do aluno. Pois, sempre podemos fazer melhor, dar um pouco mais de si, de forma a obter melhores resultados.

Sempre estou buscando formas e maneiras para melhorar minhas aulas, utilizo muito a etnomatemática por ter um conhecimento mais amplo. A partir desse momento vou buscar entender e compreender com maior abrangência a modelagem Matemática.

Sinto-me cansado e desmotivado!

Me dei essa nota, pois, sinto que a quantidade de aulas que possuo e o número de alunos por sala, desgasta bastante o meu desenvolvimento e motivação em dar aulas voltadas para a modelagem matemática, que acho importantíssimo para o crescimento do educando como cidadão!

Apesar da Modelagem Matemática ser apresentada nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná como encaminhamento metodológico, nós professores ainda não a incorporamos na nossa prática. É necessário ainda muito trabalho para que possamos aplicá-la de modo efetivo em nossas aulas.

Há 7 anos atuo como técnica pedagógica de Matemática no Núcleo Regional da Educação de Umuarama, e tenho incentivado os professores a desenvolverem suas aulas utilizando as tendências da Educação Matemática, pois acredito ser esse um dos caminhos para tornar as aulas mais atrativas e significativas.

Colega, Embora gostaria de contribuir com a sua pesquisa, mas como estou no NRE há mais de 10 anos, não tenho autoridade suficiente para falar da prática da modelagem em sala de aula. Atuei no ensino superior de 2005-2011 e desenvolvi algumas poucas práticas, isso dentro do estudos da DCE, como professora de prática de ensino e, por conta dessa experiência, escrevi e escrevo alguns artigos com mesmo ex-alunos. O item 4: não estou mais atuando. O item 14: embora não esteja atuando, é nesse nível que percebo o ensino de matemática. Boa sorte Vilma

A opção Investigação Matemática que está presente nas DCEs não consta como opção de resposta na pergunta 10.

Modelagem Matemática é competente no processo de ensino-aprendizagem é estabelecer um homeomorfo entre o ensino tradicional e o ensino através da Modelagem Matemática, aproximar-se aos feitos como a pedagogia adotada

Tenho mais facilidade em trabalhar com a Modelagem Matemática na escola particular do que nas estaduais, menos alunos por turmas, o comportamento é melhor, entre outros fatores.

Prezado professor, Em minha avaliação, a questão 13 precisa de um ajuste, na medida em que é obrigatória e não consta a opção de que a pessoa utiliza-se da modelagem matemática. Sucesso em seu trabalho. Prof. Vanderlei

Já fiz alguns cursos sobre modelagem, mas tive a impressão que os docentes apresentaram opiniões distintas sobre o tema. Inclusive um artigo que fiz na conclusão de um desses cursos, quando apresentei para um professor de outro curso, ele me falou que aquela proposta não se encaixava dentro da modelagem. Por isso, não tenho clareza sobre esta metodologia, talvez, até, já tenha realizado alguma atividade que se identifique com esta proposta, mas não posso afirmar com propriedade.

Sempre que possível utilizo a Modelagem Matemática em minhas aulas, o aprendizado se toma de forma agradável e o resultado acontece.

Querido professor, fico feliz por poder ajudar em algo na sua pesquisa. Fiz três pós graduação e em uma delas, abordei a Modelagem Matemática como tema de pesquisa para a elaboração de um artigo (TCC). Atualmente sou professora da rede pública estadual e também particular e infelizmente sinto muita dificuldade em elaborar projetos e principalmente executá-los, pois, muitas vezes me deparo com situações que me faz repensar e chegar a conclusão que o que menos faço em uma sala de aula é ensinar matemática.

A pesar de nossos alunos a maioria não ter interesse por matemática mas procuro ser criativa para tornar as aulas agradáveis.

CARO, PROFESSOR QUERO PARABELIZAR, PELA GRANDIOSA INICIATIVA., NA MODELAGEM MATEMÁTICA, SEU DESENVOLVIMENTO, CERTAMENTE SERÁ DE GRANDE AJUDA NO COTIDIANO ESCOLAR...E ESPERO QUE TODOS TENHAM CONDIÇÕES DE CONHECER E DESENVOLVER, ESSA UMA NOVA "ETAPA" NO APRENDIZADO... ABRAÇOS!! PROFª JOCELITO

Os alunos e seus responsáveis acreditam que este tipo de aula utilizando a Modelagem ou outra metodologia diferente da tradicional, representa que o professor está "matando aula". O professor por falta de estímulo acaba não utilizando essas outras tendências matemáticas.

A questão 13 não respondi, pois sempre que possível desenvolvo atividades de modelagem matemática e tenho o apoio tanto dos professores quanto da direção. Bom trabalho! Se possível após concluir seu trabalho, poderia me enviar um e-mail para que eu possa ler. e-mail: toledomarcia.toledo@gmail.com Att. Márcia

Não tenho muita segurança no uso da Modelagem Matemática em sala de aula. Porém, sempre que posso tento utilizá-la no sentido de dinamizar e contextualizar minha prática docente. Uso constantemente a resolução de problemas, até porque, foi minha linha de pesquisa para o PDE.

Resolução de problemas, estou desenvolvendo um trabalho no PDE.

A MODELAGEM MATEMÁTICA É UMA ALTERNATIVA PEDAGÓGICA EXCELENTE, PORÉM A DIFICULDADE QUE ENCONTRO EM DESENVOLVER-LA É A PREOCUPAÇÃO COM OS CONTEÚDOS QUE SÃO PRÉ-ESTABELECIDOS E A COBRANÇA PARA QUE OS MESMOS SEJAM CUMPRIDOS (VENCIDOS), ASSIM LEVA A NÃO UTILIZAÇÃO DESSA METODOLOGIA DE ENSINO.

A dificuldade maior é a falta de requisitos para que o aluno consiga desenvolver esse tipo de atividade com mais autonomia, além da necessidade de muito tempo para sua elaboração.

Sou prof PDE 2014, participei de um encontro contigo prof Carlos, por sinal muito proveitoso para nós participante!

Boa sorte em sua nova empreitada.

Eu gosto do que faço, por isso procuro aproveitar todas as oportunidades de melhorar as minhas metodologias, sendo assim, sempre estou procurando usar, a modelagem, as mídias e etc...

O ensino da Matemática está se tornando cada vez mais complexo, está difícil atrair a atenção dos alunos para os conteúdos, a atual dinâmica da sociedade, cada vez mais veloz, não atrai para a concentração e raciocínio. O nível de aprendizado está cada vez mais baixo.

Minha satisfação está baixa devido muito à falta de interesse dos alunos. Mudei de colégio e de região e senti um grande desinteresse por parte dos alunos de área rural da região metropolitana de Curitiba. Eles conseguem interagir com novas tecnologias mas com muita dificuldade e quando exponho aulas mais interativas e participativas eles excluem, querendo sempre o método copiar no caderno/professora resolver no quadro. É uma situação que me deixa triste pois o tempo todo percebo que eles se fazem de "coitados" porque moram numa área rural e não na área urbanizada.

01/11/2016

Modelagem Matemática: conhecimento e prática - Formulários Google

Número de respostas diárias

