

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
NÍVEL DOUTORADO

Marli Teresinha Quartieri

**A MODELAGEM MATEMÁTICA NA ESCOLA BÁSICA:
A MOBILIZAÇÃO DO INTERESSE DO ALUNO E O PRIVILEGIAMENTO DA
MATEMÁTICA ESCOLAR**

São Leopoldo

2012

Marli Teresinha Quartieri

A MODELAGEM MATEMÁTICA NA ESCOLA BÁSICA:
A MOBILIZAÇÃO DO INTERESSE DO ALUNO E O PRIVILEGIAMENTO DA
MATEMÁTICA ESCOLAR

Tese apresentada como requisito à obtenção do
título de Doutora pelo Programa de Pós-
Graduação em Educação da Universidade do
Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Orientadora: Profa. Dra. Gelsa Knijnik

São Leopoldo

2012

Q1m Quartieri, Marli Teresinha

A Modelagem Matemática na escola básica: a mobilização do interesse do aluno e o privilegiamento da matemática escolar/
Marli Teresinha Quartieri - 2012.

199 f.: il.

Tese (doutorado) - Universidade do Vale do Rio dos Sinos,
Programa de Pós-Graduação em Educação, São Leopoldo, 2012.

Orientação: Profa. Dra. Gelsa Knijnik.

1. Modelagem matemática – Educação básica. 2. Matemática escolar. 3. Noções de interesse. I. Título.

CDU: 51:37

Ficha catalográfica elaborada por Carla Barzotto CRB 10/1922

Marli Teresinha Quartieri

A MODELAGEM MATEMÁTICA NA ESCOLA BÁSICA:
A MOBILIZAÇÃO DO INTERESSE DO ALUNO E O PRIVILEGIAMENTO DA
MATEMÁTICA ESCOLAR

Tese apresentada como requisito à obtenção do
título de Doutora, pelo Programa de Pós-
Graduação em Educação da Universidade do
Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Professora Dr^a Gelsa Knijnik – UNISINOS (Orientadora)

Professor Dr. Ademir Donizeti Caldeira – UFSCar

Professora Dr^a Cláudia Glavam Duarte – UFSC

Professora Dr^a Eli Terezinha Henn Fabris – UNISINOS

Professora Dr^a Maura Corcini Lopes – UNISINOS

AGRADECIMENTOS

Ao encerrar a escrita desta tese – etapa importante de minha vida acadêmica – gostaria de agradecer às pessoas que contribuíram para com a sua realização.

- *À professora Gelsa Knijnik, pela orientação, aprendizagem, críticas, preocupação e incentivo demonstrados durante esta minha longa caminhada. A convivência, a amizade e o afeto foram essenciais, em especial, quando a vida não se mostrava nada monótona. O seu saber muito me fez crescer! Obrigada, Gelsa!*
- *Aos professores Ademir Donizeti Caldeira, Cláudia Glavam Duarte, Eli Terezinha Fabris e Maura Corcini Lopes, por aceitarem participar da banca de qualificação e desta etapa final. Sou grata pela leitura minuciosa, pelas sugestões e comentários pertinentes que foram decisivos para o direcionamento e escrita da tese.*
- *Aos colegas do grupo de pesquisa Cláudia, Daiane, Débora, Delair, Fernanda, Ieda, Janice, João, Josaine, Juliana, Maria Luísa, Paula, Paulo e Tiago, pela acolhida, amizade, discussões, ideias que oportunizaram crescimento acadêmico e reflexão permanente. De modo especial, ao Paulo, com quem troquei telefonemas e e-mails. Nos almoços, nas paneladas, nos doces não faltaram questionamentos e debates sobre os assuntos acadêmicos.*
- *Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação da UNISINOS, pela aprendizagem, incentivo e conhecimentos compartilhados.*
- *À CAPES, pelo auxílio financeiro que tornou possível a realização da pesquisa materializada nesta tese.*

- *Aos funcionários da Unisinos, principalmente às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Educação - Saio e Loi - pelo auxílio e atenção em todos os momentos de necessidade.*
- *Aos colegas do CETEC - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da UNIVATES - Cristiane, Márcia, Maria Madalena, Ieda, Eliana, Sônia, Mouriac, Ingo e João Batista, pelo trabalho compartilhado, carinho, apoio e força nos momentos turbulentos. Em particular à Ieda que, além de ter sido a incentivadora para a seleção do Doutorado, esteve sempre presente, acompanhando todos estes quatro anos de Curso. Foram vários almoços, telefonemas, manhãs e tardes de discussões calorosas regadas a muito chimarrão até chegar a este momento. Ieda, muito obrigada por tudo, és amiga de todas as horas!!!!*
- *À Jandira, pela amizade, almoços e criteriosa revisão linguística da tese.*

E, de modo todo especial,

- *Aos meus pais, Nelceu (in memorium) e Erica que sempre me incentivaram a perseguir meus sonhos. O apoio de minha mãe nestes quatro anos foi constante e estimulador.*
- *Ao meu marido Luís (Gringo), pela compreensão, colaboração, palavras de incentivo, risadas, choros durante esta árdua caminhada. Também lhe peço desculpas pelos momentos em que estive mais atenta à tela do computador e às leituras do que os a ele dedicados. Gringo, você foi e é essencial em minha vida. Mostrou-me que vale a pena sonhar e ousar!*

RESUMO

Esta tese tem por objetivo examinar os enunciados sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em especial, no que tange à noção de interesse. Os aportes teóricos que sustentam a investigação vinculam-se às teorizações de Michel Foucault e de Ludwig Wittgenstein em sua fase de maturidade. Além disso, utilizam-se ideias de John Dewey, Edouard Claparède, Johann Herbart e Ovide Decroly referentes à noção de interesse. O material de pesquisa abrange teses e dissertações brasileiras sobre a Modelagem Matemática na Educação Básica, do período de 1987 a 2009, disponibilizadas no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O exercício analítico efetivado sobre o material de pesquisa fez emergir três enunciados relacionados à noção de interesse: o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar requer que se tome como ponto de partida para o processo pedagógico temas de interesse do aluno; o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar torna o aluno interessado e, como consequência, corresponsável por sua aprendizagem; o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar suscita o interesse do aluno pela matemática escolar. A discussão desses enunciados possibilitou concluir que o discurso sobre Modelagem Matemática escolar captura o aluno por meio de seu interesse pela solução de problemas de sua realidade, reforçando o lugar privilegiado atribuído à matemática escolar. Ademais, a liberdade dada ao aluno para a escolha dos temas de seu interesse pode ser entendida como uma forma de o professor controlar as ações do estudante, conduzir sua conduta, tornando-o corresponsável pela aprendizagem e interessado pela matemática escolar.

Palavras chave: Modelagem Matemática na Educação Básica. Matemática escolar. Noção de interesse.

ABSTRACT

This thesis aims at studying the enunciations about Mathematical Modeling in school life, especially, with respect to the concept of interest. The theoretical contributions that support the investigation are linked to Michel Foucault's and Ludwig Wittgenstein's theorizations in their mature phase. Besides, we use some of John Dewey's, Edouard Claparède's, Johann Herbart's and Ovide Decroly's ideas related to the concept of interest. The research material includes Brazilian theses and dissertations on Mathematical Modeling in elementary and secondary school from 1987 to 2009, available on the Web portal of Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (High Education Staff Improvement Coordination). The analytical exercise done on the research material gave rise to three enunciations related to the concept of interest: the use of Mathematical Modeling in school life requires subjects that students are interested in as starting points of the pedagogical process; the use of Mathematical Modeling in school life turns students interested and, consequently, co-responsible for their learning; the use of Mathematical Modeling in school life raises students' interest in school Mathematics. The discussion of these enunciations made it possible to conclude that the discourse on school Mathematical Modeling captures students by their interest in solving problems of their own reality, what reinforces school Mathematics privileged place. Moreover, students' freedom to choose subjects of their own interest can be understood as a means to the teacher control students' actions, leading their behavior, making them co-responsible for their learning and interested in school Mathematics.

Key words: Mathematical Modeling in elementary and secondary school. School Mathematics. Conception of interest.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA TESE	10
1 MODELAGEM MATEMÁTICA: CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.1 Como fui escolhida pelo tema	16
1.2 Modelos Matemáticos e Modelagem Matemática	22
1.3 Modelagem Matemática em diferentes formas de vida	24
2 MODELAGEM MATEMÁTICA NA(S) FORMA(S) DE VIDA ESCOLAR	38
2.1 O surgimento da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar	43
2.2 A consolidação da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar	58
3 OS CAMINHOS METODOLÓGICOS	68
4 A NOÇÃO DE INTERESSE EM HERBART, DEWEY, DECROLY, CLAPARÈDE	87

5 RESULTADOS DO ESTUDO	112
6 MODELAGEM MATEMÁTICA E O PRIVILEGIAMENTO DA MATEMÁTICA ESCOLAR	137
6.1 Representação matemática e Modelagem Matemática	137
6.2 Modelagem Matemática e o privilégio da matemática escolar	150
7 AS (IN)CONCLUSÕES	171
REFERÊNCIAS	179
Dissertações e teses que fazem parte do material empírico	192

APRESENTAÇÃO DA TESE

Escrever (e ler) é como submergir num abismo em que acreditamos ter descoberto objetos maravilhosos. Quando voltamos à superfície, só trazemos pedras comuns e pedaços de vidro e algo assim como uma inquietude nova no olhar. O escrito (e o lido) não é senão um traço visível e sempre decepcionante de uma aventura que, enfim, se revelou impossível. E, no entanto, voltamos transformados. Nossos olhos aprenderam uma nova insatisfação e não se acostumam mais à falta de brilho e de mistério daquilo que se nos oferece à luz do dia. E algo em nosso peito nos diz que, na profundidade, ainda resplandece, imutável e desconhecido, o tesouro (LARROSA, 2002, p. 159-160).

Iniciar a escrita de um texto é sempre delicado. São as primeiras linhas que impressionam (ou não) o leitor. Nesse sentido, a epígrafe retrata os meus sentimentos no momento em que iniciei a escrita desta tese: insegurança, angústias, dúvidas aliados aos de satisfação, realização e contentamento. A certeza do que se quer pesquisar não é uma tarefa tão simples como parece, pois a escolha é pessoal e depende do olhar do pesquisador. Apresento algumas (des)construções que ocorreram durante a pesquisa, as quais são corroboradas pelos (des)caminhos que experimentei no decorrer do curso de Doutorado em Educação. Ademais, as reflexões que expressei foram constituídas e viabilizadas pelas leituras realizadas e pelo que elas me levaram a pensar, ver, escutar, dizer e discutir.

Inicialmente, o objetivo era investigar os jogos de linguagem¹ que conformam as disciplinas de Matemática, Química e Física do Curso de Ciências Exatas, habilitação integrada em Química, Física e Matemática – Licenciatura Plena. O propósito levou-me a examinar, em 2009, cadernos de alunos do curso das referidas disciplinas, bem como observar aulas de Química (3 aulas), Física (2 aulas) e Matemática (1 aula). Entretanto, após a análise e observações, verifiquei que, muitas vezes, os professores, mesmo sendo de áreas distintas,

¹ Wittgenstein, em sua segunda fase, chama jogo de linguagem “a totalidade formada pela linguagem e pelas atividades com as quais ela vem entrelaçada” (WITTGENSTEIN, 2008, p. 19). No primeiro capítulo, faço um estudo mais detalhado sobre jogos de linguagem na perspectiva wittgensteiniana.

partiam de alguma situação dita “real” e os alunos necessitavam expressá-la em um modelo matemático. Optei, então, por mudar o meu foco de investigação, escolhendo a Modelagem Matemática² como tema para a pesquisa desta tese.

No referido curso, atuo como professora das disciplinas de Práticas de Ensino e Estágios Supervisionados de Matemática e, não raro, observo os licenciandos questionarem: como ensinar Matemática de forma que os alunos tenham interesse e aprendizagem? Que metodologias podem auxiliar na aprendizagem da Matemática? Nesse contexto, discuto com os alunos vários textos, dentre os quais estão aqueles que fazem referência ao uso da Modelagem Matemática na escola. Optei por considerar como foco de pesquisa os discursos sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar³, em especial, na Educação Básica⁴, iniciando a investigação com o intuito de responder à seguinte questão de pesquisa:

Que enunciações emergem em teses e dissertações brasileiras, do período de 1987 a 2009, sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, na Educação Básica?

Como ministro aulas no curso de Licenciatura em Ciências Exatas que habilita o aluno a ser professor de Matemática do Ensino Fundamental e do Médio, decidi-me pela investigação de trabalhos que se referissem à Educação Básica por acreditar que a análise dos direcionados a esses níveis de ensino poderiam ser produtivos à minha futura prática profissional. Como material de pesquisa, utilizei teses e dissertações disponibilizadas no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pois estava interessada em analisar material acadêmico produzido no Brasil e que fizesse alusão à Modelagem Matemática. Considerei que tais estudos apresentariam ideias de pesquisadores de forma mais detalhada do que artigos científicos. Encontrei um total de 84 teses e dissertações produzidas no período de 1987 a 2009.

Ao fazer um escrutínio inicial do material de pesquisa – tendo como ferramentas teóricas, a análise do discurso na perspectiva foucaultiana –, emergiram várias recorrências em relação ao uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, tais como: na Modelagem Matemática, professor e aluno tornam-se responsáveis pelo processo de ensino e

² Para Bassanezi (2002), a modelagem consiste na “arte de transformar” problemas/situações da realidade do aluno em linguagem matemática, interpretando as soluções na “linguagem usual”. No capítulo 1, apresento maiores detalhes sobre o porquê da escolha da Modelagem Matemática, bem como sobre sua conceituação.

³ Por Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, compreendo aquelas investigações que se referem às situações diretamente vinculadas à escola. Na seção 3 do capítulo 1, apresento esse conceito de forma detalhada.

⁴ Educação Básica compreende os anos escolares que se estendem da Educação Infantil até o Ensino Médio.

aprendizagem; o uso da Modelagem Matemática desenvolve a criatividade, a responsabilidade e o espírito crítico e reflexivo do aluno; o professor, ao usar Modelagem Matemática, parte de temas do interesse e da realidade do aluno, possibilitando que este visualize a importância e a aplicação da matemática escolar no cotidiano e se sinta interessado pelos conteúdos matemáticos; os alunos desenvolvem habilidades de investigação ao utilizarem a Modelagem Matemática; muitos professores, ao usarem a Modelagem Matemática, sentem-se inseguros, pois não há linearidade de conteúdos e podem ocorrer situações desconhecidas pelo docente. Nessa análise preliminar, observei que as expressões “realidade” e “interesse” estavam presentes na maioria dos trabalhos que faziam parte do material empírico, bem como eram citadas em artigos de pesquisadores que utilizam a Modelagem Matemática como estudo.

Em relação à “realidade”⁵, Cláudia Glavam Duarte realizou estudos detalhados sobre a expressão em sua tese de doutorado intitulada “A “realidade” nas tramas discursivas na Educação Matemática Escolar” (2009). Nesse estudo, a autora utilizou como material de pesquisa os anais dos Encontros Nacionais de Educação Matemática (anos 2001, 2004 e 2007), anais dos Congressos Brasileiros de Etnomatemática (anos 2000, 2004 e 2008) e Revista do Ensino. Para a referida análise, a pesquisadora serviu-se das teorizações foucaultianas. O trabalho investigativo mostrou que, em relação à escola, sobretudo nas aulas de Matemática, havia dois entrelaçamentos vinculados com a questão da “realidade”: “trabalhar com a “realidade” possibilita dar significado aos conteúdos matemáticos, suscitando o interesse dos alunos por sua aprendizagem” (DUARTE, 2009, p. 145) e “trabalhar com a “realidade” é importante por suas implicações sociais” (Ibidem, p. 155).

Quanto ao primeiro entrelaçamento, Duarte (2009, p. 145) expressa que “a “realidade” possibilita dar significado aos conteúdos matemáticos”. Assim, essa condição tornaria a escola atraente e despertaria o interesse dos alunos pela aprendizagem da matemática escolar. O segundo entrelaçamento, ao aproximar a realidade do espaço escolar, daria suporte para que “o aluno pudesse intervir na realidade” (DUARTE, 2009, p. 175), tendo implicações sociais. No entanto, a autora concluiu que, nas duas épocas investigadas – contemporaneidade e meados do século XX –, essas implicações apresentavam lógicas diferentes. Nos ENEMs e CBEMs, usar a “realidade” nas aulas de Matemática serviria para que os discentes

⁵ Pela expressão “realidade”, Duarte expressa que a entende “não de forma tranquila como algo que preexista fora do domínio da linguagem e que possua uma essência que a caracterize. [...] Assim, não estou afirmando sua não existência, pois a materialidade do mundo está aí, as coisas estão aí, mas “o mundo em si – sem o auxílio das atividades descritivas dos seres humanos – não pode sê-lo”(RORTY, 2007, p. 28)” (DUARTE, 2009, p. 20). Afirma ainda que, nessa perspectiva, entende que “a concepção de “realidade”, assim como de quaisquer outras expressões, foi constituída e constitui-se mediante lutas por imposições de significados que não estão dados de uma vez por todas” (Ibidem).

adquirissem “consciência crítica”, sendo capazes de “contribuir para a transformação da realidade” (Ibidem). Em meados do século XX, as implicações sociais estariam vinculadas “à manutenção e estabilidade da ordem social”.

A pesquisa que desenvolvi nesta tese se aproxima dos estudos de Duarte (2009) no que tange ao primeiro entrelaçamento, destacando, porém, o *interesse*. Em particular, pretendi colocar sob suspeição a expressão *despertar o interesse* que, muitas vezes, acaba sendo considerada uma condição fundamental para que ocorra a aprendizagem dos alunos, sobretudo nas aulas de Matemática. Cabe salientar que, durante as aulas, os alunos constantemente destacam a importância de despertar o interesse do educando para melhorar a aprendizagem. Nas oficinas e palestras em cursos de formação continuada de professores na área de Matemática que ministrei, essa condição também é colocada como fundamental para qualificar o ensino e a aprendizagem da matemática escolar. O fato levou-me à realização de um estudo mais detalhado a respeito do interesse, ou seja, examinar os enunciados sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em especial, em relação à noção de interesse. Passei, então, a considerar relevante investigar a seguinte questão de pesquisa:

Que enunciados emergem sobre o interesse nas teses e dissertações que utilizam a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, na Educação Básica?

Visando a uma melhor análise de pesquisa, organizei a tese em sete capítulos, além da introdução. O primeiro pretende justificar a escolha do tema Modelagem Matemática, bem como descrever alguns conceitos relacionados ao foco de estudo e está dividido em três seções. Na primeira, apresento as razões pelas quais fui capturada pelo estudo sobre a Modelagem Matemática. Na segunda, explico conceitos vinculados à Modelagem Matemática. Na terceira, discuto o que estou entendendo, neste trabalho, por Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar e não escolar, utilizando ideias do filósofo Ludwig Wittgenstein de sua fase de maturidade.

No segundo capítulo, apresento um estudo a respeito da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. Início-o, apontando convergências e divergências entre as posições de alguns pesquisadores que têm realizado investigações relacionadas à Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. Em seguida, descrevo alguns elementos de âmbito social, educacional, econômico e cultural que percebi como tendo proporcionado à Modelagem Matemática “adentrar” na(s) forma(s) de vida escolar, em especial, na Educação Básica. Além disso, apresento um mapeamento da produção existente sobre a Modelagem Matemática na Educação Matemática, bem como cito vários eventos, grupos de discussão que

promovem a divulgação e consolidação da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. Com isso, neste capítulo, pretendi reconstituir aspectos importantes por meio dos quais o uso da Modelagem Matemática foi se tornando objeto de conhecimento, de pesquisa e de reflexão no contexto escolar.

No terceiro capítulo, discuto algumas considerações acerca dos encaminhamentos metodológicos que utilizei, ou seja, o uso da análise do discurso na perspectiva foucaultiana. Além disso, descrevo o material de pesquisa utilizado. Para facilitar a leitura do trabalho, demarquei os excertos extraídos diretamente do material de pesquisa – teses e dissertações que versam sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar – com grifos com fonte diferente para dar-lhes destaque e diferenciá-los daqueles que constituem os aportes teóricos da tese.

No quarto capítulo, busco explicitar ideias de estudiosos dos séculos XIX e XX – Johann Friedrich Herbart, Ovide Decroly, John Dewey, Edouard Claparède –, em particular, questões vinculadas ao interesse, que serviram de apoio para a análise do material de pesquisa. No capítulo seguinte, com base no referencial teórico do estudo, discuto os enunciados que emergiram em relação ao interesse.

Na primeira seção do sexto capítulo, opero com as ideias de Michel Foucault acerca da representação. Mostro como fui levada a inferir que o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar parte de temas de interesse do aluno e tem como objetivo a construção de um modelo matemático que pretende ser uma representação da realidade, servindo-se, para tal, de regras associadas à matemática escolar. Na segunda seção do mesmo capítulo, analiso a importância que acaba sendo atribuída à matemática escolar nos trabalhos examinados. Aqui, argumento que esse lugar privilegiado que lhe é conferido pode estar vinculado à importância atribuída à Ciência na modernidade. Ao finalizar, no sétimo capítulo, apresento uma síntese das discussões realizadas ao longo da tese, bem como sinalizo desafios para trabalhos futuros.

1 MODELAGEM MATEMÁTICA: CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A “escolha” de uma prática de pesquisa, entre outras, diz respeito ao modo como fomos e estamos subjetivadas/os, como estamos no jogo dos saberes e como nos relacionamos com o poder. Por isso, não escolhemos, de um arsenal de métodos, aquele que melhor nos atende, mas somos “escolhidas/os” (e esta expressão tem, na maioria das vezes, um sabor amargo) pelo que foi historicamente possível de ser enunciado; que para nós adquiriu sentidos; e que também nos significou, nos subjetivou, nos (as)sujeitou (CORAZZA, 2002, p.124).

Dispondo-me a efetivar uma pesquisa apoiada nas teorizações foucaultianas, muitos de meus conceitos sobre práticas de pesquisa foram repensados e antigas convicções que antes fundamentavam meu trabalho pedagógico – dentre elas, para tudo sempre deve haver uma resposta, sempre existem formas melhores de aprender e ensinar – foram substituídas por inquietações, dúvidas e questionamentos. Essa intranquilidade frente às certezas e ao contexto escolar levou-me a empreender esforços na construção de um olhar diferenciado, pois percebi que as perguntas não se encontravam à espera de alguém que as respondesse. E me aproximo de Saraiva (2006, p. 16) quando menciona que “no papel de pesquisadora, vejo minha tarefa como sendo a de modificar os jogos de luzes que incidem sobre nossas práticas, acreditando que ao permitir olhá-las sob novos ângulos possa promover rupturas, falhas, brechas que as modifiquem”. Conforme Corazza menciona na epígrafe, muitas vezes, “não escolhemos, de um arsenal de métodos, aquele que melhor nos atende, mas somos escolhidos” por aquele que, de algum modo, deu-nos sentido, “historicamente possível de ser enunciado”. E, após algumas tentativas, penso que fui escolhida, capturada pelo tema Modelagem Matemática.

1.1 Como fui escolhida pelo tema

Inicialmente, minha intenção era investigar os jogos de linguagem matemáticos gestados nas disciplinas de Física, Química e Matemática do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas⁶, do Centro Universitário UNIVATES, em Lajeado/RS, que, atualmente, coordeno. O curso é um dos poucos do Brasil que habilita o egresso a ser professor de Matemática no Ensino Médio e nos anos finais do Fundamental, bem como de Química e Física no Ensino Médio. Está estruturado com o enfoque de que as três disciplinas que formam as Ciências Exatas tenham um inter-relacionamento que pode e deve ser explorado, mais especificamente, no nível de Ensino Médio.

Como, no referido curso, atuo na área da Matemática nas disciplinas de cunho metodológico e também nas mais específicas, questiono-me constantemente sobre as relações existentes entre a Matemática, a Física e a Química. Após leituras das ideias de Ludwig Wittgenstein, em particular, as que correspondem à sua fase de maturidade, minhas indagações levaram-me a examinar os diferentes jogos de linguagem matemáticos que instituem a Matemática das aulas de Física, de Química e de Matemática. Portanto, com meu objetivo supostamente definido, iniciei, em 2009, a análise de cadernos das referidas áreas de alunos do curso de Ciências Exatas e, no final do ano, dediquei-me a observações de aulas.

Quanto aos cadernos, analisei os das disciplinas de Matemática I, Matemática II, Matemática III, Matemática IV, Matemática V, Física I, Física II, Física III, Física IV, Física V, Química I, Química II, Química III, Química IV e Química V de dois alunos que frequentavam o último ano do curso – no qual haviam ingressado em anos diferentes – e de dois egressos que se diplomaram em 2007 e 2008. Ao realizar o escrutínio do material, observei que, em algumas atividades propostas pelos professores da área da Física e da Química, estes utilizavam a Matemática como ferramenta. Por exemplo, o professor, inicialmente, solicitava aos discentes a realização de um experimento físico ou químico e a anotação dos dados encontrados. Após a análise desses dados, ocorria a formalização dos conceitos, utilizando-se, geralmente, modelos matemáticos. Em outras situações, o aluno necessitava, por meio de fórmulas matemáticas, comprovar os resultados encontrados. Nos cadernos de Matemática, em algumas ocasiões, o docente, antes de introduzir um conceito, utilizava um experimento da área da Física ou da Química e, a partir dos dados, encontrava

⁶ O nome oficial do Curso é Ciências Exatas com Habilitação Integrada em Física, Matemática e Química – Licenciatura Plena.

um modelo matemático e generalizava os conceitos em estudo.

No final de 2009, observei uma aula de Matemática II, duas de Física II e três de Química III, momentos em que fiz os registros em um diário de campo. Quanto às aulas de Física, verifiquei que a professora utilizava, em alguns momentos, modelos matemáticos. Ela iniciava a aula com exemplos ditos práticos e, no final, matematizava a situação, encontrando um modelo matemático. A atividade a seguir apresentada, foi realizada pela professora da disciplina de Física II.

Experimento com garrafa de água II

Objetivos:

- Utilizar instrumento de medida de volume e de tempo, analisando as escalas utilizadas e suas características (menor divisão, precisão, incerteza na medida);
- Estudar relações entre grandezas reais, buscando modelos que possam descrever estas relações – construção de tabelas, gráficos e equações.
- Utilização de materiais simples para desenvolvimento de experimentos de laboratório.

Equipamento:

- Uma garrafa de álcool vazia;
- Hastes, tripé e mufa;
- Proveta;
- Cronômetro;
- Reservatório de água (bécker de 600ml);
- Barbante, prego e alicate.
- Conta-gotas;
- Detergente;
- Lamparina e fósforos

Procedimentos:

1. Preencher completamente o reservatório plástico com água da torneira, acrescentando duas gotas de detergente (USE O CONTA-GOTAS!);
2. Aquecer o prego com auxílio do alicate e da lamparina, e fazer um pequeno furo no fundo da garrafa, cuidando que não fique grande demais.
3. Pendurar a garrafa na haste horizontal, utilizando o barbante.
4. Analise a escala da proveta, identificando a unidade de medida utilizada, o valor da menor divisão da escala e a *incerteza* da medida. Faça o mesmo para o cronômetro.
5. Vamos buscar relação entre o tempo de escoamento e a área de escoamento na garrafa, para que escoe **500ml**, portanto é necessário que o grupo discuta o procedimento para a realização de medidas (para identificar o volume cuide o MENISCO!!!) OBS: O único requisito que impomos é que sejam realizadas 3 medidas para cada número de furos, sendo um total de 5 furos (TODOS DE MESMO TAMANHO!!!), fornecendo áreas 1A, 2A, 3A, 4A e 5A.
6. Organize uma tabela em que se possa identificar todos os dados coletados.
7. Vede o orifício da garrafa com o dedo e transfira para ela toda a água do reservatório. Realize as medidas e preencha a tabela elaborada.

Questões:

- a) Por que foi solicitado que se fizesse três medidas de tempo de escoamento para cada número de furos?
- b) Construa um gráfico de tempo em função da área de escoamento (1A=área de um furo, 2A=área de dois furos). Pensando em funções matemáticas, com qual função seu gráfico se parece?
- c) Quando a área de escoamento dobra, o que acontece com o tempo de escoamento? E quando triplica? Poderíamos prever o tempo de escoamento para uma área 10 vezes maior que a do furo inicial?
- d) Pensando nas proporções usadas acima, busque uma função matemática que descreva este escoamento.

Figura 1 – Atividade extraída da observação de aula de Física II.

Fonte: Caderno de Física II de aluno egresso (2004).

Nessa atividade, a professora partiu de um experimento “real” para encontrar uma função matemática que relacionasse os dados identificados. O jogo de linguagem presente, ou seja, “medir a quantidade de água escoada durante certo intervalo”, era semelhante ao utilizado pelo professor de Matemática ao trabalhar com o conceito de função.

O professor de Matemática, na aula observada, utilizou algumas situações-problema e nestas o aluno deveria encontrar uma equação matemática para resolver a situação e fazer os cálculos correspondentes. As situações apresentadas aos estudantes estavam relacionadas à Física, à Química e outras à Economia.

Igualmente, nas aulas de Química observadas, a professora, em determinadas atividades, partiu de um experimento com dados reais e solicitou aos alunos que encontrassem um modelo matemático que pudesse descrever a situação. Em efeito, nas três aulas a que assisti, foi recorrente o uso da matematização de processos químicos. Em especial, em uma das aulas, a docente, após realizar, juntamente com a turma, um experimento no Laboratório de Química, coletou os dados e solicitou que construíssem os gráficos e os interpretassem. Logo após, pediu que determinassem uma equação que descrevesse o fenômeno em estudo.

Mesmo que os docentes de Química e de Física utilizassem experimentos das áreas específicas, em algumas situações, ao formalizarem conceitos, faziam uso de “equações e modelos matemáticos”. Na aula de Matemática a qual assisti, o professor também tinha por meta encontrar uma “equação matemática”, partindo de situações-problema e experimentos. Os jogos de linguagem matemáticos presentes, nas disciplinas em análise, pareciam ser os mesmos, ou seja, realizar o experimento, anotar os dados em tabelas, construir gráficos e encontrar um modelo matemático para descrever o fenômeno. O fato de, nas três disciplinas, ser determinado um modelo matemático durante a análise do material até então gestado, foi central para que eu pudesse repensar a temática em estudo e escolher a Modelagem Matemática como foco de estudo para esta tese.

Além das observações de aulas e análise dos cadernos, em 2009, no Centro Universitário UNIVATES, participei da pesquisa intitulada “As matemáticas no currículo da Escola Básica”, cujo objetivo consistia em examinar os discursos que instituem o que deve ser ensinado de Matemática no Ensino Médio, contribuindo para as discussões do campo do currículo, particularmente em questões relativas ao âmbito da Educação Matemática. Nessa investigação, uma das ações do grupo de pesquisa foi a análise das matemáticas gestadas na disciplina de Instrumentação II do curso de Licenciatura em Ciências Exatas. Esta, juntamente com outras duas, Instrumentação I e III, possuía como objetivo principal “o desenvolvimento

no futuro professor de habilidades operacionais na área das Ciências Exatas” (Manual do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas, 2004, p. 71).

Especificamente, Instrumentação II tinha como ementa “medidas e Algarismos significativos, notação científica, teoria dos erros, relação entre grandezas, manipulação de variáveis, elaboração de relatórios de experiências” (Ibidem, p. 86). Esses conteúdos não são específicos de nenhuma das três áreas, uma vez que abarcam questões pertinentes à Física, à Química e à Matemática. Desde sua implantação, tem sido ministrada, alternadamente, por dois professores – um especialista na área de Física e um na de Matemática. O objetivo dessa ação de pesquisa era examinar como as matemáticas presentes na referida disciplina eram problematizadas por cada um dos professores.

A hipótese inicial era que, pela disciplina ter sido ministrada por dois professores de áreas diferentes, haveria ali duas matemáticas sendo utilizadas. O grupo de pesquisa observou que os jogos de linguagem gestados na matemática da disciplina Física eram conformados por regras que primavam pela descrição e aproximação. Na matemática da disciplina Matemática, os jogos de linguagem presentes regiam-se por regras associadas ao formalismo e à abstração⁷. Ao verificar as atividades desenvolvidas pelos docentes, observou-se que ambos partiam de um experimento considerado do “mundo real” e tinham por objetivo fazer com que os alunos encontrassem um modelo matemático que descrevesse a situação apresentada, conforme expresso na Figura 2 a seguir.

⁷ Esses dados foram apresentados no artigo intitulado “Problematizando as Matemáticas gestadas em uma disciplina de um curso de Licenciatura em Ciências Exatas”, apresentado na 32^a Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação (32^a ANPED), realizada em Caxambu em 2009.

13.10.06

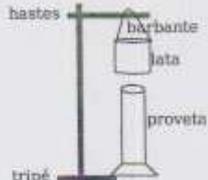
Experimento com lata de água.

Objetivos:

- Utilizar instrumento de medida de volume, analisando a escala utilizada e suas características (menor divisão, precisão, incerteza na medida);
- Estudar relações entre grandezas reais, buscando **modelos** que possam descrever estas relações - construção de tabelas, gráficos e equações.
- Utilização de materiais simples para desenvolvimento de experimentos de laboratório.

Equipamento:

- Uma lata de achocolatado ou leite em pó, 500g (só a lata!);
- Hastes, tripé e mufa;
- Proveta;
- Cronômetro;
- Reservatório de água;
- Barbante, prego e alicate.



Procedimentos:

1. Preencher o reservatório plástico de água da torneira, acrescentando duas gotas de detergente;
2. Fazer, com o prego e o alicate um pequeno furo no fundo da lata, **DE DENTRO PARA FORA** cuidando que não fique grande demais. Se necessário pode-se forçar um pouco o fundo da lata para fora, para facilitar o escoamento.
3. Pendurar a lata na haste horizontal, utilizando o barbante (faça dois furinhos nas bordas superiores).
4. Analise a escala da proveta, identificando a unidade de medida utilizada e o valor da menor divisão da escala para poder realizar as medidas utilizando corretamente os algarismos significativos.
5. Vamos buscar relação entre o tempo de escoamento e a quantidade de líquido que escoou (para identificar o volume cuide o MENISCO!!!)
6. Vede o orifício com o dedo e complete a lata com a água do reservatório.
7. Coloque a proveta sob o orifício (se necessário regule a altura da haste horizontal). Deixe a água escoar e faça medidas de tempo de escoamento e volume de água escoada:

Obs:

- *o cronômetro deve ser ligado no mesmo instante em que o orifício é aberto;*
- *Cada medida deve ser realizada três vezes para cada intervalo de tempo, exatamente da mesma forma, portanto o líquido que escoou deve sempre ser repostos.*

8. Preencha a tabela - veja que há uma coluna para tempo e três colunas para volume de água escoada, isto significa que cada medida deve ser realizada três vezes. Ao final de cada medida a água deve ser reposta na lata. O número de linhas utilizadas dependerá do tamanho do orifício que o grupo fez e do intervalo de tempo combinado em cada grupo.

Medida	Intervalo de tempo (s)	Volume (1) (mL)	Volume (2) (mL)	Volume (3) (mL)	Volume médio (mL)	Volume médio (L)	Volume médio (m ³)
0	0	0 ml	0 ml	0 ml	0 ml	0 L	0 m ³
1	10	39 ml	40 ml	39 ml	39,3 ml	0,039 L	0,00039 m ³
2	20	73 ml	70 ml	73 ml	72 ml	0,072 L	0,00072 m ³
3	30	105 ml	107 ml	109 ml	107 ml	0,107 L	0,00107 m ³
4	40	140 ml	128 ml	132 ml	133 ml	0,133 L	0,00133 m ³
5	50	170 ml	170 ml	171 ml	170,3 ml	0,170 L	0,00170 m ³
6	60	200 ml	201 ml	200 ml	200,3 ml	0,200 L	0,00200 m ³
7	70	220 ml	220 ml	220 ml	220,3 ml	0,220 L	0,00220 m ³
8	80	262 ml	258 ml	260 ml	260,3 ml	0,260 L	0,00260 m ³
9	90	290 ml	290 ml	290 ml	290,3 ml	0,290 L	0,00290 m ³
10	100	310 ml	310 ml	310 ml	310,3 ml	0,310 L	0,00310 m ³

Questões:

1. Qual o valor da menor divisão da escala da proveta? Este valor interfere em suas medidas? Explique.
2. Por que foi solicitado que se fizesse três medidas de volume escoado para cada intervalo de tempo?
3. Construa um gráfico de volume em função do tempo (Vxt) para o escoamento da água. Pensando em funções matemáticas, com qual função seu gráfico se parece?
4. Quantos ml de água, aproximadamente, escoam a cada segundo? E a cada 10s?
5. Quantos segundos, aproximadamente, seriam necessários para que apenas 1ml de água escoasse? E para 400ml?
6. Pensando nas proporções usadas acima, busque uma **função ou relação** matemática que descreva este escoamento, ou seja, que permita prever o volume que vai escoar em um tempo determinado.

Figura 2 – Descrição da atividade – experimento com lata de água.

Fonte: Giongo e Quartieri (2009, p. 3).

É pertinente destacar que minha intenção inicial – investigar os jogos de linguagem matemáticos gestados nas disciplinas de Química, Física e Matemática –, após a análise dos cadernos das três disciplinas, das observações de aulas das disciplinas, dos resultados encontrados na pesquisa de que participava, foi modificada. Optei por focar o trabalho em uma investigação que examinasse os discursos sobre a Modelagem Matemática, em especial na Educação Básica. A mudança ocorreu porque na análise desses materiais ficou evidente que os professores das diferentes áreas utilizavam modelos matemáticos para a solução das situações-problema. Embora partissem de situações concretas das diferentes áreas, acabavam, no final da atividade, privilegiando o uso do modelo matemático. Na próxima seção, explicito alguns conceitos relacionados ao novo tema em estudo.

1.2 Modelos matemáticos e Modelagem Matemática

Para Rodney Carlos Bassanezi (2002), Maria Sallet Biembengut (2003), Gerson Lachtermacher (2009), Dionísio Burak (1992), modelo matemático é caracterizado como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam, de alguma forma, o objeto estudado. Para eles, um modelo matemático satisfatório estaria sujeito a duas aparentes contradições: deveria ser suficientemente detalhado para representar a situação do mundo real com relativa precisão, mas também simples para tornar prática a análise matemática. Nessa perspectiva, um modelo matemático nem sempre representaria um problema real de maneira exata em toda sua complexidade, mas poderia levar a soluções bastante próximas daquelas observadas na realidade.

Bassanezi (2002, p. 20) argumenta que modelo matemático “é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado”. Ademais, para o autor, o modelo “consiste em ter uma linguagem concisa que expresse nossas ideias de maneira clara e sem ambiguidade” (Ibidem). Nesse sentido, classifica os modelos matemáticos de acordo com a natureza dos fenômenos ou situações analisadas nos seguintes tipos: linear ou não-linear; estático (representa a forma do objeto) ou dinâmico (simula variações do fenômeno); educacional (apresenta um número pequeno ou simples de suposições com soluções geralmente analíticas, sendo que os modelos nem sempre

representam com fidelidade adequada a realidade representada); estocástico (descreve a dinâmica de um sistema em termos probabilísticos) ou determinístico (existem informações suficientes em determinado instante para prever o futuro do sistema).

Biembengut e Zermianv (2011, p. 290) consideram que “um modelo matemático é um sistema de símbolos arbitrários, mediante os quais cooperam e atuam entre si os elementos de um fenômeno”. Nessa visão, o modelo seria constituído de uma estrutura de símbolos e significados conforme a situação em estudo e por meio do qual se poderia aprender ainda mais sobre o tema. Dito de outra maneira, por meio de um modelo, seria possível compreender o fenômeno, solucionar a situação-problema proposta, explicar o fenômeno, bem como “deduzir, inferir ou mudar a situação” (Ibidem).

Modelagem Matemática é conceituada por alguns estudiosos como um processo do qual as características pertinentes de um objeto ou sistema são extraídas com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras e representadas em termos matemáticos com a finalidade de previsão de tendências. Bassanezi (2002) argumenta que a Modelagem Matemática utiliza problemas e situações da realidade e do interesse do aluno e procura representá-los em linguagem matemática, interpretando os resultados encontrados. Para o autor, a modelagem permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender; enfim, participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças. Ele alerta para o cuidado de que “a modelagem não deve ser utilizada como uma panaceia descritiva adaptada a qualquer situação da realidade” (BASSANEZI, 2002, p. 25). Em algumas situações, para o pesquisador, a utilização de símbolos matemáticos exagerados “pode ser mais destrutivo que esclarecedor (seria o mesmo que utilizar granadas para matar pulgas!)” (Ibidem, p.25). O mesmo ainda explicita que a modelagem será “eficiente a partir do momento que existir a conscientização que neste processo se está sempre trabalhando com aproximações da realidade” (Ibidem, p. 25), isto é, os modelos são elaborados sobre “representações de um sistema ou parte dele”.

Para Monteiro (1991), existem dois grupos que utilizam a Modelagem Matemática: aqueles que a consideram como um método de pesquisa em Matemática e os que a têm em conta como um método pedagógico no processo de ensino e aprendizagem da matemática. Do primeiro grupo, fazem parte as pesquisas em Matemática pura e aplicada, as quais entendem a modelagem como um processo de abstração em que são construídos modelos matemáticos a partir de hipóteses levantadas, os quais são posteriormente testados e analisados para verificar a validade dos mesmos. O segundo, de acordo com a autora, compreende que a Modelagem

Matemática é “um caminho para o ensino e a aprendizagem da Matemática, no qual o estudante parte da realidade observada para chegar a modelos matemáticos que justificam a importância de certos conteúdos matemáticos” (MONTEIRO, 1991, p. 10). Dale Bean (2001) também diferencia a Modelagem Matemática como atividade científica de suas aplicações no ensino de matemática:

a essência da Modelagem Matemática, definida como um processo de criar um modelo matemático baseado em hipóteses e aproximações simplificadoras focaliza o processo matemático, enquanto as propostas para o ensino tratam questões metodológicas para conectar a Matemática aos interesses dos alunos. Embora distintos, os dois enfoques são importantes para o ensino e aprendizagem da matemática (BEAN, 2001, p. 55).

Cabe destacar que esta tese analisa trabalhos que utilizam a Modelagem Matemática no contexto escolar, os quais apresentam propostas para o ensino da matemática escolar. Na próxima seção, explico o que estou entendendo por Modelagem Matemática na forma de vida escolar e não escolar.

1.3 Modelagem Matemática em diferentes formas de vida

Nesta seção, inicialmente, explico questões relativas às interpretações das expressões “forma de vida” e “formas de vida” utilizadas por Ludwig Wittgenstein em suas obras, em especial, aquelas de sua segunda fase. Descrevo também ideias de alguns comentadores do filósofo: Velloso (2003), Glock (1998) e Condé (1998). No presente trabalho, estou denominando Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar as investigações que utilizam Modelagem Matemática e que foram gestadas na escola, possuindo como foco o ensino e a aprendizagem da matemática escolar. As investigações sobre Modelagem Matemática que não foram efetivadas na escola e que, portanto, têm por foco a solução de problemas externos, denominei de Modelagem Matemática em formas de vida não escolar.

Ao estudar as ideias de Wittgenstein em *Investigações Filosóficas*, mais especificamente, as que se referem à noção de forma de vida, observa-se que estas não são muito exploradas pelos comentaristas do filósofo, sendo que alguns consideram esse conceito “de menor importância e secundário” (VELLOSO, 2003, p. 159) em relação a outros de

Wittgenstein considerados “mais importantes e mais bem desenvolvidos” (Ibidem). Além do fato de que na referida noção aparece um número muito pequeno de ocorrências⁸, nessas passagens, o termo não apresenta clareza de compreensão. Aliado à escassez com que aparece nas obras do filósofo, exhibe duas formas gramaticais diferentes: “forma de vida”, no singular, e “formas de vida”, no plural.

Velloso (2003) afirma que se utilizada na forma plural – formas de vida –, teríamos várias e diferentes formas de vida e aqueles indivíduos que pertencessem a formas de vida diferentes poderiam encontrar-se em uma “situação de conflito radical” (p. 160), não podendo se compreender mutuamente. Assim, segundo a autora, ocorreria o problema do não reconhecimento de outra forma de vida. A esse impasse, Velloso (2003, p. 160) chamava de “problema do solo comum”.

Em relação à forma de vida, no singular, conforme a autora, não haveria a possibilidade de conflitos envolvendo duas ou mais pessoas que participassem de formas de vida diferentes, pois, ao usarem uma linguagem, estas estariam fazendo parte de uma “mesma forma de vida humana e teriam, portanto, algo em comum” (Ibidem). Velloso (2003) ainda apresenta quatro interpretações a essa noção: formas de vida como jogos de linguagem; formas de vida como manifestações orgânicas; formas de vida como culturas diferentes e forma de vida, no singular, ao se referir a uma única forma de “vida humana”. A seguir, descrevo algumas considerações sobre cada uma dessas interpretações.

A interpretação de *formas de vida como jogos de linguagem*, ou seja, “dar exemplos de formas de vida seria dar exemplos de jogos de linguagem” (VELLOSO, 2003, p. 161), pode ser observada no aforismo 19 de *Investigações Filosóficas*.

Pode-se imaginar facilmente uma linguagem que seja constituída somente de comandos e informes na batalha. – Ou uma linguagem constituída apenas de questões e de uma expressão de afirmação ou de negação. E inúmeras outras. – E representar uma linguagem equivale a representar uma forma de vida (WITTGENSTEIN, 2008, p. 23).

De acordo com o excerto acima, pode-se inferir que Wittgenstein utiliza o termo “forma de vida”, porém os exemplos de linguagem descritos pelo filósofo, na obra citada anteriormente, são exemplos de jogos de linguagem, o que, para Velloso (2003), pode ser

⁸ Cinco vezes nas IF (Investigações filosóficas): § 19, § 23, § 241, p. 174, p. 226; uma no SC (Sobre a certeza): §358; duas no ensaio “Cause and effect: intuitive awareness”: 21/10/1937 e 22/10/1937; uma no RFM (Remarks on foundation of mathematics): seção VII, §47; e uma no RPP (Remarks on the philosophy of psychology): parte I, passagem 630 (VELLOSO, 2003, p. 182).

interpretado como “imaginar um jogo de linguagem é imaginar uma forma de vida” (VELLOSO, 2003, p. 162).

Nesse sentido, Glock (1998) revela que Wittgenstein, ao expressar que “o que deve ser aceito, o dado – poder-se-ia dizer – são *fatos da vida/formas de vida*” (WITTGENSTEIN, 2008, p. 226, grifos do autor), estaria se referindo ao fato de que uma forma de vida é um jogo de linguagem, e como existem inúmeros jogos de linguagem, há também incontáveis formas de vida. Para o autor, mesmo deixando-se de lado “o uso no singular observado acima, os fatos da vida listados não constituem uniformemente jogos de linguagem. São, em vez disso, padrões específicos de comportamento que, juntos, constituem *uma* forma de vida” (GLOCK, 1998, p. 174). Nessa ótica, poder-se-ia assinalar que, para o filósofo, um “jogo de linguagem” seria uma forma de atividade social; noutras palavras, ele procederia de “uma forma de vida”. Ao fazermos uso da linguagem, estaríamos agindo num contexto social e nossos atos somente seriam significativos e eficazes porque deveriam corresponder às determinações das “formas de vida”, das práticas e das instituições sociais.

No aforismo 23 de *Investigações Filosóficas*, Wittgenstein manifesta que “a expressão jogo de linguagem deve salientar aqui que falar uma língua é parte de uma atividade ou de uma forma de vida” (2008, p. 27). Poder-se-ia dizer que, nessa passagem, o filósofo, ao expressar que a linguagem faz parte de uma forma de vida, estaria sugerindo que ela não envolveria apenas a fala, mas também outras atividades. Assim, quando falamos em jogos de linguagem, referimos-nos aos múltiplos usos da linguagem que fazem da fala algo com sentido. E as atividades ou múltiplos usos seriam aspectos da nossa forma de vida. Os jogos de linguagem, nessa perspectiva, fazem parte de formas de vida, eles são uma ação, um modo de ser e não um conjunto de sons e signos que tem sentido e importância em si mesmo isoladamente. Portanto, sendo um jogo de linguagem, parte de uma forma de vida onde ele se dá e tem uso e somente naquela forma de vida ganha sentido. Nas palavras de Wittgenstein:

Mas você fala como se eu, na verdade, não esperasse, não tivesse esperança agora – quando acredito ter esperança. Como se o que acontece agora não tivesse um significado profundo. – O que significa: “O que acontece agora tem um significado” ou “tem um significado profundo?” O que é uma sensação profunda? Poderia alguém, por um segundo, sentir um amor profundo ou esperança, – não importa o que precede ou o que vem após esse segundo? - O que acontece agora, tem um significado – neste contexto. O contexto lhe confere importância. E a palavra “ter esperança” diz respeito a um fenômeno da vida humana (Uma boca sorridente sorri somente num rosto humano) (WITTGENSTEIN, 2008, p. 206).

De acordo com a citação, o jogo de linguagem ganha sentido no contexto, que, no caso das *Investigações*, seria toda a forma de vida da qual o jogo de linguagem faz parte. Nessa visão, é o contexto que confere importância, ou seja, os jogos de linguagem estariam diretamente relacionados com as formas de vida, encontrando sua sustentação no contexto da vida. Ademais, as regras que regulam os jogos de linguagem estariam “inseridas em uma ampla malha de ações muito complexas, ou seja, a linguagem emerge de uma forma de vida” (CONDÉ, 1998, p. 101). Embora os jogos de linguagem sejam compostos por características próprias reguladas por regras, “estes não eliminam a identidade que os integra a uma forma de vida” (Ibidem). Assim, uma forma de vida determinaria elementos comuns que ofereceriam possibilidade de ver conexões, as quais, segundo Wittgenstein, são chamadas de semelhanças de família.

Ao dizer que dois jogos de linguagem possuem semelhanças de família, conforme o filósofo, não se estaria fazendo referência a uma identidade entre os jogos, mas apenas salientando que ambos teriam aspectos semelhantes. Em efeito, para Wittgenstein, um jogo de linguagem possui similaridades e diferenças com outros, podendo existir conexões e possíveis contraposições entre eles. As semelhanças de família, para Glock (1998), podem variar dentro de um determinado jogo de linguagem ou ainda de um jogo de linguagem para outro, não conferindo uma identidade ou uma propriedade comum essencial, mas apenas algumas questões em comum. O autor compreende a noção de semelhanças de família como fios que se entrecruzam, constituindo jogos de linguagem.

Quando “olhamos e vemos” se todos os jogos possuem algo em comum, notamos que se unem, não por um único traço definidor comum, mas por uma complexa rede de semelhanças que se sobrepõem e se entrecruzam, do mesmo modo que os diferentes membros de uma família se parecem uns com os outros sob diferentes aspectos (compleição, feições, cor de olhos). (GLOCK, 1998, p. 324-325, grifos do autor).

Ao usar a interpretação de *formas de vida como manifestações orgânicas*, Velloso (2003) explicita que estaria se compreendendo que “a situação biológica e orgânica de um indivíduo seria a sua forma de vida” (VELLOSO, 2003, p. 164). Nesse contexto, falar ou usar uma linguagem seria uma prática comportamental, sem a necessidade de pré-requisitos. Dito de outra forma, “falar é algo que fazemos sem pensar e, portanto, estaria no mesmo nível de outros comportamentos biológicos complexos que são realizados dessa maneira, como comer, andar, beber e brincar” (Ibidem). Nessa interpretação, o aprendizado de uma linguagem se daria por procedimentos de treinamento e conversão, imersos em uma forma de vida e não por

meio da argumentação.

[...] o fato de que agimos de tais e tais maneiras, isto é, punimos certas ações, [...] damos ordens, [...] descrevemos cores, temos interesse nos sentimentos de outros. O que tem de ser aceito, o dado – poderíamos dizer – são fatos da vida. Assim você está dizendo, portanto, que a concordância entre os homens decide o que é certo e o que é errado? – Certo e errado é o que os homens dizem; e os homens estão concordes na linguagem. Isto não é uma concordância de opiniões, mas da forma de vida. (WITTGENSTEIN, 2008, p. 123).

Conforme o filósofo, pode-se assinalar que, ao interpretar formas de vida como uma “abordagem orgânica”, estar-se-ia esclarecendo a ideia de “treinamento”, que é uma das características importantes para a noção de forma de vida. Para Hunter (1971, p. 279), “quando queremos falar alguma coisa, não planejamos e executamos, apenas falamos”. O autor argumenta que podemos considerar uma atividade qualquer de duas maneiras: como um acontecimento organizado dentro de uma comunidade ou uma coisa particular envolvendo habilidades orgânicas de um indivíduo. O problema dessa interpretação, para o autor, seria que cada ser humano teria a sua própria forma de vida, embora elas não fossem necessariamente muito diferentes entre si. Ademais, outro aspecto considerado como objeção a essa abordagem orgânica de formas de vida seria o esquecimento do contexto social.

Na interpretação de *formas de vida como culturas diferentes*, descrever uma forma de vida seria descrever uma cultura. Nessa visão, “muitas pessoas estariam envolvidas em uma única forma de vida e poderíamos falar em várias formas de vida do mesmo modo como falamos em várias culturas” (VELLOSO, 2003, p. 170). Nessa interpretação, o conceito de forma de vida estaria ligado mais às características culturais do que às biológicas do homem. Portanto, não se poderia dizer que existe uma única forma de vida, mas diferentes formas de vida com características de diferentes culturas e épocas. Glock (1998) destaca que Wittgenstein, ao expor a noção de forma de vida, enfatiza o “entrelaçamento entre cultura, visão de mundo e linguagem” (GLOCK, 1998, p. 173). Nesse “entrelaçamento”, as significações dadas às palavras são mediadas por regras que emergem em nossas práticas sociais.

Nessa ótica, Wittgenstein teria levado em conta a existência de diferentes culturas ou formas de perceber o mundo; contextos em que diferentes jogos de linguagem seriam utilizados em conformidade com as práticas de um povo; certas regras só fariam sentido dentro de um contexto cultural onde o jogo de linguagem estaria inserido. Dito de outra forma, haveria diferentes formas de vida, como diferentes culturas, onde funcionariam

diferentes jogos de linguagem.

Nesse contexto, uma dificuldade que teríamos que enfrentar seria

[...] o fato de que a nossa forma de vida não dispõe dos conceitos necessários para compreendermos uma forma de vida diferente”. Assim, ao estabelecermos contato com outra cultura, deveríamos ter, como ponto de partida, um outro solo comum, com conceitos pertencentes às duas culturas que nos permitisse compreendê-la. Esse solo comum seria, portanto, mais fundamental que as formas de vida de cada um dos povos em questão (VELLOSO, 2003, p. 172).

O solo comum a que se refere a autora seria o que Winch (1970, p. 82) chama de “o sentido de racionalidade que é comum a qualquer cultura”. Nessa visão, qualquer cultura teria sentido para quem participasse dela, assim como cada uma delas teria o seu próprio sentido de racionalidade. E a “racionalidade de cada cultura seria expressa pela comunicação humana por meio de uma linguagem, na própria noção de significado” (Ibidem). Para Winch, a racionalidade seria uma espécie de solo comum mediante o qual compreenderíamos outras culturas, que, diferentes, teriam diferentes significados para a vida, mas nos quais encontraríamos conceitos comuns que nos permitiriam falar de uma outra cultura por meio de “uma ampliação da nossa concepção do que é real e do que nosso próprio sentido da vida” (VELLOSO, 2003, p. 174). Wittgenstein, em *Sobre a certeza*, expressa:

Quando se encontram dois princípios que não podem conciliar-se um com o outro, os que defendem um declaram os outros loucos e heréticos.
Eu disse que combateria o outro homem – mas não lhes indicaria razões? Certamente; mas até onde é que chegam? No fim das razões vem a persuasão (Pense no que acontece quando os missionários convertem os nativos) (WITTGENSTEIN, 1969, p. 173).

Para o filósofo, não poderíamos simplesmente apreender uma nova forma de vida, mas seríamos educados dentro dela. Nessa abordagem, segundo Velloso (2003), não poderíamos incorporar os princípios de outra cultura, uma vez que essa incorporação significaria ver as coisas de modo diferente e não mais do antigo, havendo a necessidade de uma conversão. Ocorreria uma mudança na pessoa que se convertesse de tal forma que “ela abandonaria o antigo modo de argumentar, passando a defender o ponto de vista do outro, e não mais o seu” (VELLOSO, 2003, p. 175).

Condé (2004) expressa que um modelo de racionalidade inspirado em Wittgenstein seria uma forma de dizer que a linguagem não apenas se articula sistematicamente entre suas partes, mas mostra que é, essencialmente, nessa articulação no interior de uma forma de vida,

que se estabeleceria “a racionalidade que nos possibilita determinar o que aceitamos, de acordo com os jogos de linguagem e sua gramática, como correto ou não” (CONDÉ, 2004, p. 30). Nessa perspectiva, as certezas seriam dadas pela gramática de uma forma de vida que não seria fechada e, portanto, apresentaria ramificações que se constituiriam como semelhanças de família, podendo interconectar-se com gramáticas de outras formas de vida. E as semelhanças nas interações dessas formas de vida permitiriam estabelecer critérios para uma relação racional entre elas. Para o autor, seria a partir “da gramática e dos jogos de linguagem que se situa a possibilidade do estabelecimento de critérios de racionalidade que possam ser compreendidos e até mesmo aceitos por diferentes formas de vida” (CONDÉ, 2004, p. 30).

E, finalmente, a interpretação de *forma de vida no singular*, de acordo com Velloso (2003), encontra em Newton Garver o seu principal defensor. Este manifesta que Wittgenstein, ao usar forma de vida, refere-se a uma única forma de vida humana e justifica tal noção nas quatro ocorrências encontradas em *Investigações Filosóficas*, a saber: aforismos 19, 23, 241 e página 233. Garver argumenta que só poderíamos falar de uma única forma de vida humana, uma vez que a linguagem é um elemento comum a todos os seres humanos.

Só pode ter esperança quem sabe falar? Somente quem domina o emprego de uma linguagem. Isto é, os fenômenos da esperança são modificações desta complicada forma de vida. (Se um conceito tem em mira um caráter da escrita humana, então não tem aplicação sobre seres que não escrevem) (WITTGENSTEIN, 2008, p. 233).

O filósofo, ao se referir à “complicada forma de vida”, estaria se referindo, conforme Garver, à forma de vida humana. Para este, a forma de vida humana envolveria fenômenos tais como dar ordens, perguntar, contar, nomear e outros. Partindo da ideia de que só poderíamos atribuir linguagem a seres humanos, o autor considera duas características inseparáveis: ser um ser humano e ter linguagem. Porém, na ótica do autor, teríamos, nesse caso, uma única linguagem universal e que qualquer outra linguagem, ou “pode ser traduzida nela, ou é uma linguagem imaginária, então não temos alternativa senão atribuir a todos os seres humanos uma mesma linguagem e uma mesma forma de vida” (VELLOSO, 2003, p. 181). Essa visão contraria a noção de Wittgenstein de que podemos falar em várias linguagens.

Pelo exposto até aqui, existem quatro interpretações para a expressão forma de vida, três das quais no plural – formas de vida – e uma no singular – forma de vida (VELLOSO, 2003). Nesta tese, estou assumindo a interpretação de formas de vida como culturas diferentes, porém, simplifico, utilizando forma(s) de vida escolar. A seguir, justifico o porquê

do uso.

Ao examinar o material de pesquisa – teses e dissertações que versam sobre a Modelagem Matemática –, observei que os consultados trabalhos foram gestados em culturas e formas de vida diferentes. Além disso, observei que os mesmos apresentam regras específicas conforme os usos, apresentando entre si semelhanças de família. Os excertos abaixo evidenciam a afirmação.

O trabalho foi realizado a partir de um estudo feito em uma unidade de produção agropecuária no interior do município de Itapiranga, mais precisamente, na propriedade de Valdir Muller, localizada as margens da Rodovia SC 472 km 18 na linha Soledade. A propriedade que conta com a produção de suínos em fase de terminação e bovinocultura de leite conta com mão de obra familiar e uma superfície de área útil de 12,2 ha. A terra cultivada é usada na produção de alimentos para o rebanho bovino, e de fundamental importância para a produção de suínos, já que funciona como receptor dos resíduos gerados pela atividade.

Vimos no resultado do modelo que para o produtor se tornar independente na produção e destino final dos resíduos ele deverá investir na construção de uma lagoa anaeróbica. Nas condições atuais, o fator limitante, que impede a produção de 3 lotes de suínos para lançamento nos 12,2 ha de superfície de área útil, é o nutriente fósforo, o qual tem uma remoção baixa na lagoa facultativa (TELOEKEN, 2009, p. 71).

Sendo assim, neste trabalho é desenvolvido um modelo matemático baseado na cultivar e na qualidade da soja, utilizando-se do ferramental matemático da pesquisa operacional, para maximizar o lucro do produtor rural e da indústria processadora, tendo como foco de interesse os produtores de soja e as indústrias processadoras da região Oeste de Santa Catarina, que produzem óleo, farelo e casca. Com os dados, o modelo matemático faz a indicação de quais cultivares os produtores deverão plantar para obter maior rendimento de grãos, bem como, quais as cultivares que possuem maior produtividade de óleo para a indústria esmagadora. O trabalho mostra a importância da escolha destes, tanto para o plantio quanto para o processamento. As combinações de cultivares que apresentam maior produtividade são as mais interessantes para o plantio. Os resultados comprovam que a escolha da cultivar influencia diretamente nos lucros gerados, tanto para comercialização da soja como para o esmagamento da mesma (RUCHS, 2009, p. 8).

O trabalho aqui proposto teve por contribuição principal fornecer uma ferramenta numérica que apresente resultados confiáveis e rápidos, do ponto de vista de avaliação de impacto ambiental, do problema de derramamento de gasolina acrescida de álcool (denominada de a “gasolina brasileira”) nos solos, importante causador da contaminação dos lençóis freáticos. Neste sentido, procurou-se contribuir com os órgãos públicos, entidades não-governamentais e agências de proteção ao meio ambiente, que podem dispor de um instrumento capaz de suportar uma tomada de decisão, e, principalmente, ao contrário do que tem acontecido no Brasil até agora, possibilitar que ações de cunho ecológico sejam tomadas baseadas numa fundamentação física e matemática do fenômeno.

Os resultados do presente trabalho mostraram que o modelo matemático para

previsão de contaminantes no lençol freático considerando sorção, retardo, biodegradação e, principalmente, a influência do etanol na biodegradação de 1a. ordem e na co-solvência dos BTEX, pode ser resolvido eficientemente com o método dos volumes finitos. A possibilidade de determinar o campo de velocidades através das equações de Darcy permitem que escoamentos mais complexos, envolvendo bombeamentos e sucções no solo, possam ser fornecidos às equações de conservação dos contaminantes, conferindo ao método características que o tornam importante ferramenta na área de engenharia ambiental (CORDAZZO, 2000, p. 85).

O principal objetivo da presente pesquisa foi gerar modelos matemáticos que pudessem explicar a participação de diferentes metabólitos sobre a composição química do leite. Neste intuito foram coletadas amostras de fluido ruminal, sangue, urina e leite de 140 vacas da raça Holandesa nas primeiras semanas de lactação e mantidas sob sistema semi-intensivo de produção e dieta controlada. Os animais foram selecionados de sistemas de produção no ecossistema do Planalto Médio de Rio Grande do Sul e foram amostrados em dois períodos climáticos críticos. [...]

Os diferentes valores obtidos constituíram os parâmetros básicos de entrada para a construção dos diversos modelos matemáticos executados para prever a composição do leite (GAONA, 2005, p. 10).

A aplicação da técnica da modelagem e a interpretação dos resultados qualitativos e quantitativos em estudos de prevenção de possíveis impactos ambientais vêm ganhando destaque na literatura. Na região de Araraquara (SP), com o auxílio da modelagem matemática, elaborou-se o mapa de vulnerabilidade natural à poluição dos recursos híbridos subterrâneos e determinaram-se as zonas de captura das águas subterrâneas. Pessoa et al. (2003) e Gomes et al (2002) utilizaram modelagem matemática em conjunto com técnicas de simulação de sistemas e sistemas de informações geográficos para a elaboração de mapas de riscos de vulnerabilidade da água subterrânea à exposição direta e indireta de agrotóxicos (BONGANHA et al, 2007, p. 116-117).

Nesta dissertação, pretendi gerar entendimentos sobre o processo de formulação e/ou reformulação das estratégias adotadas por estudantes no ambiente de Modelagem Matemática. [...] Para a realização desta pesquisa, foi adotada a metodologia qualitativa e os dados foram coletados através da observação (usando filmagem) de um grupo de alunos da 8ª série de uma escola pública estadual do município de Conceição do Jacuípe, Bahia. A análise dos dados sugere que, as estratégias adotadas pelos alunos podem ser formuladas tanto pelo professor, quanto pelos alunos, e reformuladas pelos alunos ou pela interação entre estes e o professor. Alguns dos fatores que influenciaram a formulação e/ou reformulação das estratégias dos alunos foram os seguintes: o estilo de interação professor-alunos adotado, o fato das situações problemáticas propostas serem retiradas do cotidiano dos alunos, as experiências prévias dos alunos, o reconhecimento, por parte dos alunos, de que os discursos do professor são mais legítimos do que outros que circulam na sala de aula e os impasses na abordagem da situação-problema. Também a partir da análise dos dados, é possível evidenciar algumas implicações para a prática docente, tais como, uma maior atenção ao estilo de interação professor-alunos adotado e a necessidade de utilizar situações relacionadas com o cotidiano dos alunos (OLIVEIRA, 2007, p. 9).

Esta dissertação apresenta uma pesquisa realizada com alunos concluintes do

Ensino Médio, em uma escola pública da cidade de General Câmara, RS. Questionou-se como o emprego da Modelagem Matemática aliada à Informática pode fazer com que alunos modifiquem concepções negativas sobre a Matemática, interessando-se pela disciplina, conscientizando-se de sua importância e reconhecendo sua utilidade. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa, a partir de questionários e de observações das atividades desenvolvidas pelos alunos. Os dados quantitativos foram apresentados em tabelas, quadros e textos descritivos. As respostas dos questionários inicial e final foram comparadas; a seguir, foram analisadas as observações realizadas pela autora e os trabalhos apresentados pelos alunos. Ao final da pesquisa, foi possível perceber modificações de concepções negativas dos alunos em relação à Matemática e, também, mudança de postura dos estudantes, que se tornaram mais interessados, críticos e criativos (DELLA NINA, 2005, p. 7).

Este trabalho objetiva analisar os possíveis efeitos que o uso da Modelagem Matemática, enquanto estratégia de ensino, provoca no processo de aprendizagem dos alunos da disciplina Cálculo III – EDO (Equações Diferenciais Ordinárias). A pesquisa foi desenvolvida em uma turma de alunos do 2º ano do curso de Engenharia da Computação, na Universidade Federal do Pará. O trabalho é de cunho qualitativo onde foram levados em consideração os aspectos sociais que permeiam uma sala de aula universitária. Importante destacar que houve a participação direta da professora-pesquisadora de Matemática. Para que eu pudesse fazer a coleta dos dados, utilizei alguns instrumentos que considere essenciais, tais como: observações, gravações em áudio, questionários semiestruturados e registros escritos dos alunos. De posse de alguns resultados preliminares, me foi possível observar o quanto a Modelagem Matemática desempenha um papel relevante na aprendizagem dos conteúdos matemáticos por parte dos alunos, pois foi possível eles interagirem com outras áreas do conhecimento sendo, desta forma, estimulados a realizarem pesquisa e, simultaneamente, serem parte do processo de ensino e aprendizagem que foi gerado no ambiente de sala de aula. Observei, também, que a utilização da Modelagem Matemática, enquanto estratégia de ensino e aprendizagem, conduziu os alunos a despertarem para os aspectos reflexivos e críticos até então adormecidos, uma vez que são necessários para uma aprendizagem com qualidade para, assim, construir seus conhecimentos acadêmicos e profissionais (ARAÚJO, 2008, p. 6).

Esta dissertação apresenta resultados de uma pesquisa realizada com os alunos de uma turma de oitava série do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de São Gabriel, RS, na qual propôs-se analisar as contribuições da Modelagem Matemática para o estudo de funções, enquanto se explorava o tema: “Plantio de Eucaliptos”. A pesquisa foi do tipo qualitativo, e, a coleta de dados foi feita pela professora pesquisadora, por meio das anotações diárias em seu diário de campo e da análise das atividades desenvolvidas pelos alunos da turma. Foram considerados os dados pesquisados pelos alunos, para construir modelos matemáticos que retratassem alguns aspectos do tema abordado. A análise das respostas aos questionamentos, bem como a validação dos modelos foi feita em grupos de quatro alunos com o acompanhamento da professora e baseou-se nas etapas da Modelagem Matemática sugeridas por Bassanezi (2002). Para um melhor entendimento do comportamento gráfico da função estudada, usou-se a planilha Excel. A partir das análises dos resultados obtidos, foi possível notar mudanças positivas em relação ao comportamento dos alunos em sala

de aula. Eles tornaram-se mais participativos e dispostos às discussões que surgiam em cada aula. Percebeu-se que, o uso da Modelagem, propiciou maior motivação pelos conteúdos matemáticos que estavam sendo abordados, além de uma melhora significativa no desempenho. Inferiu-se, também, que a abordagem do tema possibilitou a discussão de questões referentes ao meio ambiente e oportunizou o desenvolvimento da capacidade crítica de perceber a importância da questão ambiental para a sociedade onde vivem (ROCHA, 2009, p. 8).

Esta pesquisa teve como objetivo analisar o processo de aplicação da Modelagem Matemática como método de ensino, em uma turma de 1o ano do Ensino Médio. Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo e dentro dessa abordagem foi utilizada a pesquisa participante. A escola escolhida é uma instituição pública estadual pertencente ao município de Posse localizado no estado de Goiás. A pesquisa foi desenvolvida em uma turma do turno vespertino com 26 alunos. [...] O tema utilizado para aplicação da Modelagem Matemática foi a construção de casa, a qual os alunos elaboraram planta baixa da casa, calcularam a quantidade de alguns materiais e fizeram levantamento de custos. Os modelos elaborados pelos alunos foram: planta baixa, fórmulas e tabelas. A coleta de dados referentes a utilização da Modelagem Matemática como método de ensino realizou-se em 38 aulas. Os resultados obtidos através da análise das informações demonstraram que a Modelagem Matemática é capaz de promover maior entendimento dos conteúdos através do trabalho de contextualização. Verificou-se também maior interação entre os alunos e professora. Uma contribuição importante da Modelagem Matemática foi a satisfação dos alunos em estudar matemática e conseguir promover mudanças nas concepções dos mesmos de que a matemática é sempre difícil e cansativa. Essa satisfação resultou no aumento de interesse dos alunos em fazer as atividades e conseqüentemente aumentou a frequência dos mesmos nas aulas de matemática. A maior dificuldade identificada na realização da Modelagem Matemática foi a insegurança do professor, visto que, as atividades propostas eram novas para aquele contexto. Esta dificuldade foi superada conforme o professor percebia os bons resultados (MARTINS, 2009, p. 7).

Nos excertos acima, é possível perceber que alguns trabalhos não foram realizados no contexto escolar, como os de Teloken (2009), que se refere a um *estudo feito em uma unidade de produção agropecuária no interior do município de Itapiranga*; de Ruchs (2009), tendo como *foco de interesse os produtores de soja e as indústrias processadoras da região Oeste de Santa Catarina, que produzem óleo, farelo e casca*; de Cordazzo (2000), que teve por objetivo avaliar o *impacto ambiental do problema de derramamento de gasolina acrescida de álcool nos solos, importante causador da contaminação dos lençóis freáticos*; de Gaona (2005), pesquisa realizada em uma fazenda com *criação de vacas da raça Holandesa nas primeiras semanas de lactação*; de Bongonha (2007), estudos realizados na *região de Araraquara referente à poluição dos recursos híbridos subterrâneos, elaborando um mapa de vulnerabilidade natural à poluição dos recursos hídricos subterrâneos*. Essas investigações

denominei de *Modelagem Matemática em formas de vida não escolar*, pois não foram exploradas no contexto escolar e apresentam como objetivo principal resolver algum problema vinculado ao contexto de onde foram gestadas, sendo que primam por questões relacionadas a melhorar lucros, prever impactos ambientais, diminuir poluição, entre outras. Cada um desses trabalhos foi realizado em um contexto diferente – agricultura, agropecuária, meio ambiente, laboratório químico, recursos hídricos. Portanto, foram gerados em diferentes contextos, em diferentes formas de vida.

Além dos locais citados nos excertos acima, a Modelagem Matemática está sendo utilizada no setor empresarial no estudo da otimização de recursos. Nessa área, conforme alguns autores, os modelos matemáticos seriam utilizados para o escalonamento de produção, planejamento financeiro, determinação de *mix* de produtos, análise de projetos, alocação de recursos da mídia, roteamento e logística. Em efeito, na otimização de recursos, a quantidade a ser maximizada ou minimizada seria descrita como uma função matemática dos recursos escassos, assim como as relações entre as variáveis formalizadas por meio de restrições ao problema definidas por equações ou inequações matemáticas.

Na medicina, outro contexto em que a Modelagem Matemática está sendo utilizada, em conjunto com a simulação computacional e com a visualização gráfica, “concebem as imagens tridimensionais que possibilitam esclarecer fenômenos que acontecem no organismo dos pacientes, por meio de aparelhos sofisticados como a tomografia computadorizada e a ressonância magnética” (GOMES, 2005, p. 17). A Modelagem Matemática, nessa área, segundo a autora, proporcionaria, ainda, por exemplo, a simulação do sistema cardiovascular humano, o que viabilizaria medidas de prevenção, de diagnóstico, terapia e reabilitação das mais diversas patologias e disfunções cardiovasculares.

Por meio da análise dos trabalhos de Modelagem Matemática em formas de vida não escolar, pode-se pensar que existe a preocupação com a identificação de um problema real e a sua solução após a elaboração e testagem de um modelo matemático com o objetivo de previsões e possíveis tomadas de decisões, como percebido nos trechos extraídos dos excertos acima: *os diferentes valores obtidos constituíram os parâmetros básicos de entrada para a construção dos diversos modelos matemáticos executados para prever a composição do leite; o trabalho aqui proposto teve por contribuição principal fornecer uma ferramenta numérica que apresente resultados confiáveis e rápidos, do ponto de vista de avaliação de impacto ambiental, do problema de derramamento de gasolina acrescida de álcool; procurou-se contribuir com os órgãos públicos, entidades não-governamentais e agências de proteção*

ao meio ambiente, que podem dispor de um instrumento capaz de suportar uma tomada de decisão; os resultados comprovam que a escolha da cultivar influencia diretamente nos lucros gerados, tanto para comercialização da soja como para o esmagamento da mesma. Nesses fragmentos, observa-se que, por meio da Modelagem Matemática, foram tomadas algumas decisões visando à melhoria do contexto em que o problema foi gerado.

Entretanto, percebe-se, nos excertos anteriores, que algumas investigações foram gestadas no contexto escolar, como os descritos por: Oliveira (2007), que teve como foco de pesquisa *gerar entendimentos sobre o processo de formulação e/ou reformulação de estratégias adotadas por estudantes no ambiente de Modelagem Matemática*; para o qual a autora se serviu de um *grupo de alunos da 8ª série de uma escola pública estadual*; Della Nina (2005), que apresenta uma *pesquisa realizada com alunos concluintes do Ensino Médio, em uma escola pública*; Araújo (2008), que analisa *possíveis efeitos que o uso da Modelagem Matemática, enquanto estratégia de ensino, provoca no processo de aprendizagem dos alunos da disciplina Cálculo III – EDO*; Rocha (2009), que apresenta resultados de uma pesquisa com *alunos de uma turma de oitava série do Ensino Fundamental de uma escola pública*, em que propôs analisar as *contribuições da Modelagem Matemática para o estudo das funções enquanto explorava o tema “plantio de Eucaliptos”* e Martins (2009), que relata que teve por *objetivo analisar o processo de aplicação da Modelagem Matemática (MM) como método de ensino, em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, utilizando o tema a construção de uma casa.*

Pode-se inferir que essas pesquisas apresentam como principal meta analisar o processo de aplicação da Modelagem Matemática como prática de ensino, sendo as investigações realizadas com alunos – nível básico ou superior. Nos referidos trabalhos, percebe-se que foram explorados temas da realidade do aluno, porém um dos objetivos era a aprendizagem do conteúdo matemático – *foi possível observar o quanto a Modelagem Matemática desempenha um papel relevante na aprendizagem dos conteúdos matemáticos por parte dos alunos; a Modelagem Matemática é capaz de promover maior entendimento dos conteúdos através do trabalho de contextualização.* Aliadas a isso, ocorreram mudanças de postura em relação à aprendizagem e à matemática – *foi possível perceber modificações de concepções negativas dos alunos em relação à Matemática e, também, mudança de postura dos estudantes, que se tornaram mais interessados, críticos e criativos; mudanças positivas em relação ao comportamento dos alunos em sala de aula, pois se tornaram mais participativos e dispostos às discussões que surgiam em cada aula.*

Portanto, é possível assinalar que o foco dessas investigações – por mim denominadas de *Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar* – é a influência da Modelagem Matemática na prática pedagógica escolar. Cabe aqui expressar que, embora na escola existam diferentes formas de vida – aqui entendidas como diferentes culturas –, utilizo forma(s) de vida escolar, pois todas as investigações foram gestadas na escola, tendo como “solo comum” o ensino e aprendizagem da matemática escolar.

No próximo capítulo, apresento as concepções de alguns autores em relação à Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, pois, como anteriormente mencionado, o foco da pesquisa são investigações que foram gestadas na Educação Básica. Na continuidade, expresso alguns elementos de cunhos socioeducacionais, econômicos e culturais que podem ter contribuído para com o uso da Modelagem Matemática, em especial, na(s) forma(s) de vida escolar. Por fim, descrevo alguns mapeamentos realizados por pesquisadores, bem como eventos, grupos de discussão, os quais possuem como objetivo divulgar e socializar pesquisas que estão sendo efetivadas sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. Os referidos trabalhos são apresentados para evidenciar o quanto esse campo está em expansão, sobretudo na Educação Matemática do Brasil, que é um dos elementos que justificam a importância deste estudo.

2 MODELAGEM MATEMÁTICA NA(S) FORMA(S) DE VIDA ESCOLAR

Na leitura da lição não se busca o que o texto sabe, mas o que o texto pensa. Ou seja, o que o texto nos leva a pensar. Por isso, depois da leitura, o importante não é que nós saibamos do texto o que nós pensamos do texto, mas o que – com o texto, ou contra o texto ou a partir do texto – nós sejamos capazes de pensar (LARROSA, 2010, p. 142).

Neste capítulo, inicialmente, descrevo alguns conceitos de pesquisadores em relação à Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, apresentando convergências e divergências entre eles. A seguir, na primeira seção, apresento alguns elementos de cunhos socioeducacionais, culturais e econômicos que podem ter contribuído para que a modelagem fosse inserida nas escolas. Na segunda seção, realizo um mapeamento sobre a produção brasileira existente sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, bem como cito vários eventos e grupos de discussão que promovem a consolidação e divulgação da Modelagem Matemática na Educação Matemática.

Dentre os vários pesquisadores brasileiros que investigam a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, destaco os seguintes: Rodney Bassanezi (2002), Maria Sallet Biembengut (2003), Dionísio Burak (1992). Estes aludem que a Modelagem Matemática seria considerada uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não seria chegar imediatamente a um modelo bem sucedido, mas caminhar seguindo etapas nas quais o conteúdo matemático seria sistematizado e aplicado. Além dos três pesquisadores, explico ideias de Jonei Barbosa Cerqueira e Ademir Caldeira.

Bassanezi (2002) explica que, ao usar a Modelagem Matemática, “o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno como seu ambiente natural” (p. 38). Para o autor, a modelagem como método de ensino e de aprendizagem desafia os professores e alunos a juntos procurarem soluções para problemas que existem em seu cotidiano. Nessa perspectiva, a escolha de situações da vivência do aluno serviria inicialmente como elemento motivador, levando o estudante a desenvolver técnicas e teorias matemáticas para solucionar os

problemas elencados, convencendo-o da importância do ensino da Matemática. Para Bassanezi (2002), a Modelagem Matemática apresenta como característica partir de uma situação-problema da realidade ou de um recorte da realidade e, sobre este, desenvolver questionamentos que possibilitam ao aluno uma atitude de investigação e uso de seus conhecimentos matemáticos para resolver as questões propostas.

Burak, em sua tese de doutorado (1992, p. 62), manifesta que a Modelagem Matemática se constitui “em 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”. Para o autor, existem dois princípios necessários para ocorrer a Modelagem Matemática: partir do interesse do grupo e obter informações e dados do contexto de onde se origina esse interesse. Ele descreve a modelagem em cinco etapas para fins didáticos: escolha do tema; pesquisa exploratória; levantamento dos problemas; resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema; análise crítica das soluções.

A escolha do tema “parte do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos” (BURAK; KLUBER, 2011, p. 48). O mesmo, às vezes, pode não ter vinculação direta com a matemática escolar, pois é escolhido de acordo com a curiosidade e interesse dos alunos. A etapa da pesquisa exploratória, segundo os autores, é a fase em que os alunos buscam informações sobre o tema a ser pesquisado. Essa etapa “possibilita a formação de um estudante mais atento, mais sensível às questões do seu objeto de estudo e as questões que extrapolam esse objeto” (Ibidem, p. 49). O levantamento dos problemas é a fase em que se inicia a “ação matemática propriamente dita”, pois objetiva-se articular os dados encontrados com a matemática.

Para os autores, a resolução dos problemas e o desenvolvimento do conteúdo matemático no contexto do tema é a etapa em que o aluno utiliza os seus conhecimentos de matemática para resolver o problema. Neste contexto, “os conteúdos matemáticos ganham importância e significado” (BURAK; KLUBER, 2011, p. 50). Por fim, a última etapa – análise crítica das soluções –, que é o momento para analisar e discutir as soluções encontradas. Nessa fase se “possibilita tanto o aprofundamento de aspectos matemáticos como dos aspectos não matemáticos, como os ambientais, sociais, culturais e antropológicos envolvidos no tema” (Ibidem, p. 51).

Por sua vez, Biembengut define a Modelagem Matemática como um processo

[...] que envolve a obtenção de um modelo. Este, sob certa óptica, pode ser considerado um processo artístico, visto que, para elaborar um modelo, além do 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, 2003, p. 12).

Além disso, a autora argumenta que a Modelagem Matemática depende da “intuição e criatividade” (Ibidem, p. 12). Nesta ótica, para a formulação de um modelo, seria necessária a escolha dentre um conjunto de variáveis daquelas que melhor se adaptassem ao “contexto em questão”. Ela afirma que a modelagem, sendo um processo, parte de uma situação/tema de interesse dos alunos na elaboração de questões sobre a mesma, que seriam respondidas utilizando-se de ferramentas matemáticas. Para Biembengut (2003), três etapas/procedimentos viabilizam o uso da Modelagem Matemática: interação, matematização, modelo matemático.

A interação, na opinião da autora, é o momento em que ocorre o conhecimento da situação e a familiarização com o tema que se pretende desenvolver, podendo acontecer de modo indireto (por meio de livros, jornais, revistas, entre outros) e por modo direto (por intermédio da experiência em campo). A matematização é a etapa em que é feita a formulação do problema e a sua solução. Para isso, Biembengut (2003) argumenta que, nessa fase, faz-se necessário o uso de hipóteses e análises dos dados, pois é a partir deles que se escolhem as variáveis e os símbolos, e se identificam constantes que podem estar envolvidas para chegar a termos matemáticos e verificar qual ferramenta matemática se poderia utilizar para a solução do problema. Portanto, objetiva-se traduzir a situação-problema para a linguagem matemática, o que implicaria utilizar a intuição, a criatividade, a experiência, entre outras. Conforme a autora, a terceira etapa – modelo matemático – é o momento da interpretação e verificação da solução do modelo. Acrescenta que, para concluir o modelo, seria produtivo verificar o nível em que ele se aproxima da interpretação da situação-problema em estudo e fazer a validação em que os dados e as respostas são conferidos, se são ou não viáveis e adequados para o modelo dentro do tema desenvolvido.

Para Biembengut (2011, p. 8), a Modelagem Matemática tem como foco envolver os alunos com a “associação de elementos existentes no que diz respeito ao próprio tema. Essa associação pode incluir um modelo ou aplicação existente, uma lei fundamental ou uma mudança de variável”. O objetivo, ao usar a Modelagem Matemática, segundo a autora, seria que os alunos, ao traduzirem as questões reais para a linguagem matemática e, após apresentarem soluções e meios, tivessem condições de modificar a realidade positivamente.

Assim, a “arte da Modelagem Matemática está em guiar os estudantes para uma adequada compreensão do meio em que vivem e o potencial da Modelagem Matemática adquirida, pô-las em prática” (Ibidem).

Jonei Cerqueira Barbosa (2001) apresenta a Modelagem Matemática como um “*ambiente de aprendizagem* no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da Matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade” (2001, p. 6, grifos do autor). Segundo o autor, o aluno poderia criar perguntas ou problemas de seu interesse e buscar, selecionar, organizar e manipular informações que o fariam refletir e encontrar soluções por meio da Matemática. Para ele, o que diferenciaria sua compreensão de Modelagem Matemática de outras seria o objetivo de desenvolvê-la.

Nossa intenção é proporcionar aos alunos uma compreensão acerca da importância da Matemática escolar na descrição de situações de diversos setores da sociedade (econômico, político, social), a fim de promover uma formação crítica aos estudantes capacitando-os para intervir com argumentos matemáticos em tais debates (SANTANA; OLIVEIRA; BARBOSA, 2011, p. 2).

Nessa visão, ao usar a Modelagem Matemática, os alunos seriam organizados em grupos pelo professor, o que proporcionaria um espaço discursivo onde aconteceriam interações entre os alunos e estes com o professor. O pesquisador ainda comenta que o uso da Modelagem Matemática estaria associado às etapas de problematização e investigação. A primeira consistiria no ato de criar questões e/ou problemas; enquanto que a segunda se refere “à busca, seleção, organização, manipulação de informações e reflexão sobre elas” (BARBOSA, 2001, p. 28). Afirma que essas etapas não seriam separadas, mas articuladas no processo de envolvimento dos alunos para abordar a atividade proposta.

Quanto ao “ambiente”, Barbosa (2003) afirma que estaria em consonância com as ideias de Ole Skovsmose, que apresenta a noção de “ambiente de aprendizagem” para se referir às condições nas quais os estudantes são estimulados a desenvolverem determinadas atividades. Barbosa (2003) expressa que o “ambiente” que o professor organiza durante a Modelagem Matemática permitiria ao aluno envolver-se ou não com as tarefas sugeridas, pois tudo dependeria do seu interesse e do envolvimento com esse “ambiente”.

O autor explicita a existência de “três casos” de Modelagem Matemática: no primeiro, o professor apresentaria um problema com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos discentes apenas a análise dos dados, não precisariam sair da sala de aula para coletar novos dados e a atividade não seria muito extensa. No segundo, formularia o problema inicial e o

repassaria aos alunos, cabendo a estes sair da sala de aula para coletar dados, sendo responsabilizados pela condução das tarefas. No terceiro, poderia propor um tema aos estudantes ou pedir que eles próprios o escolhessem, ou, ainda, propor que, em grupos, decidissem que assunto gostariam de investigar. Neste último caso, geralmente, seriam desenvolvidos projetos a partir de temas “não matemáticos”.

Ademir Caldeira (1998), outro pesquisador da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, considera-a não como um método de ensino e aprendizagem cujo foco seria o como ensinar, mas como uma concepção de educação matemática. Para ele,

O conhecimento matemático adotado pela cultura escolar incorporado pelos pressupostos da Modelagem Matemática, não mais simplesmente como um método de ensino aprendizagem, mas como uma concepção de educação matemática que incorpore proposições matemáticas advindas das interações sociais, levando em consideração, também, aspectos da cultura matemática não escolar, deverá fazer com que o estudante perceba a necessidade do enfrentamento da sua realidade, lutar contra ela se necessário for; romper com determinadas amarras e com as adaptações a que comumente estão acostumados a lidar. Esse enfrentamento vai se dar não somente pela nova racionalidade, mas também e, principalmente, pela sua participação ativa em sala de aula. Problematizar, elaborar suas próprias perguntas, desenvolver por meio da pesquisa, refletir e tirar suas próprias conclusões – pressupostos básicos dessa perspectiva de Modelagem Matemática (CALDEIRA, 2009, p. 38).

A Modelagem Matemática, na visão do autor, seria um dos possíveis caminhos de estabelecer, nos espaços escolares, a inserção da maneira de pensar, tanto nos aspectos sociais como culturais, as relações dos conhecimentos matemáticos com a sociedade. Pensar a Modelagem Matemática como concepção de educação matemática, conforme o pesquisador, deslocar-se-ia “do determinismo e das verdades imutáveis para uma racionalidade que dê conta dos pressupostos do pensamento sistêmico e da complexidade” (Ibidem, p. 34). Nessa ótica, os conhecimentos estariam sendo construídos de acordo com os interesses sociais, políticos, culturais e econômicos de cada um, pois a Modelagem Matemática estaria intimamente relacionada à realidade do estudante.

Ao estudar os conceitos de Modelagem Matemática que estão presentes na literatura quando usada na(s) forma(s) de vida escolar, poder-se-ia inferir que, apesar das divergências, existem certos pontos em comum, pois os pesquisadores propõem estabelecer vínculo da Matemática com o mundo real, ou seja, pretendem fazer “a ponte” com a vida cotidiana por meio da utilização da Modelagem Matemática. Essa capacidade de relacionar a Matemática com outras áreas, segundo os autores, permitiria que o conhecimento matemático se tornasse

mais interessante, útil e estimulante. Ademais, é importante salientar que, para eles, a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar estaria diretamente relacionada à necessidade de privilegiar nas atividades curriculares a possibilidade de o aluno escolher temas relacionados com a sua realidade e interesse. Outros pontos convergentes seriam a importância da etapa da investigação ao usar a Modelagem Matemática no ensino e o uso de modelos matemáticos para resolver a situação escolhida.

Cabe destacar que as divergências nas ideias dos autores apresentados se referem quanto à forma de conceituar a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. Burak afirma que a Modelagem é um conjunto de procedimentos; Biembengut, que é um processo; Caldeira, uma concepção da educação matemática e, para Barbosa, um “ambiente de aprendizagem”. Faz-se necessário ressaltar que, como foco de estudo, investiguei as convergências que emergem da análise das teses e dissertações que fazem referência ao uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar.

A seguir, descrevo alguns elementos que podem ter contribuído para o surgimento da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar.

2.1 Surgimento da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar

Nesta seção, tenho por objetivo explicitar elementos de cunhos socioeducacionais, culturais e econômicos que podem ter colaborado para que a Modelagem Matemática fosse inserida na escola, sendo vista por muitos pesquisadores como uma maneira de, nas aulas de Matemática, “desenvolver o interesse, a autonomia e a criticidade dos alunos” (BIEMBENGUT; HEIN, 2003, p. 20). Evidentemente, foge ao escopo desta pesquisa reconstituir a história da Modelagem Matemática e das formas pelas quais ela é utilizada nos mais diversos contextos.

O debate sobre modelagem e aplicações na Educação Matemática no cenário internacional retrocede ao século XX, em especial, na década de 1960, quando matemáticos se preocupavam com os diferentes modos de ensinar Matemática. De acordo com Breiteig et al (apud BARBOSA, 2001), um marco histórico desse movimento deu-se no Simpósio de

Lausanne, em 1968, cujo tema era “Como ensinar Matemática de modo que seja útil”. Conforme esses autores, o simpósio salientou o uso das estruturas matemáticas na realidade como o maior objetivo do ensino da Matemática. Entretanto, isso não significaria o uso e ensino de aplicações prontas, mas sim a aptidão para matematizar e modelar problemas e situações fora da Matemática. A esse respeito, Barbosa (2001, p. 24) argumenta que a Modelagem Matemática era vista “como um método pelo qual se podem abordar as diversas situações da vida”. E, ao utilizar as situações da vida, “os alunos aprenderiam e se interessariam mais pelo estudo da disciplina” (Ibidem).

No Brasil, segundo Fiorentini (1994), as primeiras experiências de Modelagem Matemática no ensino foram realizadas por um grupo de professores ligados à área da Matemática Aplicada na UNICAMP, na década de 70, o qual trabalhava com modelos matemáticos ligados à área da “Biomatemática”.

O método de investigação em Biomatemática é basicamente a Modelagem Matemática que tem, como ponto de partida, problemas reais sobretudo aqueles ligados ao meio ambiente ou à saúde. A obtenção de modelos matemáticos que descrevem esses problemas possibilitam não apenas uma melhor compreensão dos mesmos, mas também o desencadeamento de ações mais consistentes no sentido de superá-los (FIORENTINI, 1994, p. 243).

Enquanto alguns pesquisadores daquele período utilizavam Modelagem Matemática em algumas disciplinas relacionadas à Biomatemática, Ubiratan D’Ambrósio desenvolvia estudos teóricos e pedagógicos que seriam decisivos para a consolidação da Modelagem Matemática no ensino. O autor, na década de 1960, era professor e pesquisador na Brown University, em Providence, Rhode Island, na University of Rhode Island, em Kingston – Rhode Island e na State University of New York, em Búfalo – New York, onde tomou conhecimento do movimento que vinha ocorrendo nos Estados Unidos em relação ao ensino e à aprendizagem de Matemática. Formava-se, na época, o Undergraduate Mathematics Application Program – UMAP –, que objetivava preparar módulos de aprendizagem da referida disciplina por temas, ou seja, eram elencados temas matemáticos e, então, “procurava-se preparar um material de apoio didático com aplicações desse tema nas mais diversas áreas do conhecimento, com o fim de melhorar a aprendizagem matemática de alunos da Educação Superior” (Boletim Informativo, novembro, 2008, p. 2).

No início da década de 1970, D’Ambrósio, ao retornar ao Brasil, teve a oportunidade de implantar propostas de Educação Matemática semelhantes às que estavam ocorrendo em alguns países da Europa e Estados Unidos, as quais foram financiadas pelo MEC por meio do

Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências – PREMEN/MEC. Era objetivo do PREMEN, na opinião de Burigo (1989), produzir materiais didáticos na área de Ciências Naturais e Matemática, em que o ensino experimental merecia destaque. Nesse sentido, o intuito era reproduzir experiências descritas em livros didáticos para a sala de aula e, por isso, haveria a necessidade de qualificação dos professores para a adequação ao novo método. Dentre as propostas implantadas no período, duas mereceriam destaque: a produção de materiais de apoio didático na forma de módulos e a criação de um curso em nível de Mestrado.

Assim, em 1975, foi instalado, na UNICAMP, o 1º Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática como parte do Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências, o qual tinha convênio com o MEC. Entretanto, esse programa de Pós-Graduação foi temporário, vigorando de 1975 a 1984, atendendo a quatro turmas apenas. Para Burigo (1989), o referido curso tinha como proposta a integração do ensino de Ciências e Matemática, com experiências aplicadas nos vários níveis de ensino e com ênfase nos aspectos do cotidiano e da aplicação matemática. Quanto ao pesquisador D'Ambrósio, este lecionava a Disciplina “Matemática e Sociedade” na qual abordava as relações entre a Matemática e a melhoria da qualidade de vida.

Surgia, então, para Fiorentini (1994), a base pedagógica para um método de ensino e aprendizagem de Matemática por meio de estudo e pesquisa de situações-problema da comunidade em que o estudante estava inserido. Mesmo que nesse Programa de Pós-Graduação não houvesse ocorrido nenhuma defesa de dissertação específica na área da Modelagem Matemática, a maneira como D'Ambrósio ministrava suas aulas poderia ter contribuído “para o surgimento, na década de 80, do método da Modelagem Matemática” (FIORENTINI, 1994, p. 243). Entretanto, o projeto de melhoria do ensino de Ciências e Matemática, no final da década de 1970, sofreu as consequências econômicas da época. Esta situação – problemas econômicos –, segundo Burigo (1989), contribuiu para que houvesse um fracasso não só no ensino da Matemática, mas em todas as disciplinas curriculares.

Além do grupo da UNICAMP, na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ), em meados da década de 1970, o professor Aristides Camargo Barreto atuava com uma estratégia de ensino de Matemática a partir de modelos. De acordo com dados encontrados no site do CREEM – Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino –, Barreto, quando professor da PUC-Rio, procurava utilizar modelos matemáticos como estratégia de ensino nas disciplinas que ministrava (Fundamentos da Matemática, Prática de Ensino e Cálculo Diferencial Integral). Em 1976, realizou a primeira experiência pedagógica em conjunto com alunos de um Curso de Engenharia onde foram elaborados vários modelos

em áreas específicas, tais como Linguística, Ecologia, Biologia, dentre outras. Devido a essa experiência, ele acreditava que “por meio da modelagem no ensino os estudantes tornavam-se mais motivados e interessados, estimulavam a criatividade e o espírito crítico, bem como descartavam a constante e inquietante questão ‘para que serve isto?’” (CREEM, 2010, s/p)

A estratégia do autor acima mencionado para o ensino da Matemática por meio de modelos constava do seguinte esquema: “situação – teoria – modelo matemático da situação” (FIORENTINI, 1994, p. 247). Como partia de uma situação do interesse dos alunos, atribuía aos modelos matemáticos “uma função motivadora para o estudo da teoria matemática” (Ibidem, p. 247). Barreto orientou, na PUC-RJ, as duas primeiras dissertações relacionadas à Modelagem no ensino, a saber: em 1976, *Modelos na aprendizagem da matemática*, de Celso Braga Wilmer e, em 1979, *Estratégia combinada de módulos instrucionais e modelos matemáticos interdisciplinares para ensino-aprendizagem de matemática a nível de segundo grau – um estudo exploratório*, de Jorge Enrique Pardo Sánchez.

Wilmer (1976) tenta mostrar, através de exemplos e situações-problema, um processo de ensino que parte de modelos concretos, passa pela representação gráfica para, então, chegar ao nível conceitual. Sanchez (1979), por sua vez, tenta trabalhar com “modelos matemáticos interdisciplinares” usando como estratégia didática os módulos de ensino (FIORENTINI, 1994, p. 247).

Observa-se que, nas duas dissertações acima mencionadas, os autores faziam referência apenas ao termo modelo matemático e não à Modelagem Matemática. Somente em 1986, o termo foi explorado na dissertação intitulada *Modelos Matemáticos no Ensino da Matemática*, autoria de Maria Cândida Muller, sob orientação do professor Lafayette de Moraes, defendida na Programa de Pós-Graduação em Educação na área de Metodologia de Ensino da UNICAMP. O trabalho de Muller poderia ser considerado como aquele que contempla a transição de modelos matemáticos para a Modelagem Matemática. Entretanto, a mesma apenas ocorreu no âmbito conceitual por meio de uma revisão bibliográfica. Ademais, a descrição de experiências realizadas e de exemplos utilizados “em suas ilustrações sugerem que ela não foi muito além de uma forma especial de resolução de problemas” (FIORENTINI, 1994, p. 248). Muller (1986) tinha como objetivo principal apresentar a estratégia de ensino a qual denominava de “modelos matemáticos”. Na opinião da autora, essa estratégia de ensino privilegiaria a aplicação da Matemática, podendo-se, assim, relacioná-la com outras disciplinas, bem como à vida dos alunos. Dessa relação, para Muller, surgiriam três aspectos: um primeiro, relacionado ao trabalho do matemático aplicado que teria a criação de modelos matemáticos propriamente ditos; um segundo, com o ensinar a criar modelos matemáticos que

seria relativo a um trabalho a ser desenvolvido a nível de Graduação e Pós-Graduação e um terceiro, com a utilização de modelos matemáticos como estratégias de ensino da referida disciplina referente ao trabalho do professor de Matemática (MULLER, 1986, p. iii e iv). Finaliza seu estudo defendendo a utilização dos modelos matemáticos como estratégia de ensino, sugerindo sua combinação com a resolução de problemas e faz um alerta:

Ao procurarmos novos caminhos que possibilitem uma melhoria do ensino da matemática não podemos esquecer que esta disciplina está inserida em algo mais amplo que é o sistema educacional brasileiro e, este apresenta uma problemática bastante complexa que muitas vezes impede o desenvolvimento de novas idéias. Em resumo não podemos nos iludir de que conseguiremos uma melhoria do ensino da matemática enquanto não houver mudanças drásticas na política educacional do nosso país. No entanto, não podemos nos deixar levar pelo caos é necessária alguma resistência e o aprimoramento do trabalho docente é um dos pontos de resistência do professor (MULLER, 1986, p. 126).

Por conseguinte, Muller, na época, sugeria a necessidade de mudanças na política educacional brasileira, cujo sistema estaria dificultando a inserção de novas ideias para a melhoria do ensino de Matemática. A autora acreditava na importância do “aprimoramento do trabalho docente” (Ibidem, p. 126) para a melhoria do ensino, aludindo, em alguns momentos de sua investigação, à importância de um trabalho relacionado à formação continuada de professores em relação ao uso da Modelagem Matemática.

Quanto à questão de formação continuada e Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, Biembengut (2009) argumenta que a contribuição de Aristides Barreto foi considerada importante, pois “as experiências e estudos realizados com e/ou por meio de estudantes sob sua orientação levaram Barreto a defender sua proposta em diversos eventos de Educação Matemática, nacionais e internacionais” (p.11). Como este tinha experiência de exemplos de modelos matemáticos de diversas áreas, conquistou vários adeptos, dentre eles, Bassanezi, num Seminário sobre “Modelos Matemáticos” ministrado na UNICAMP, em 1979, a convite do professor D’Ambrósio.

Bassanezi, na década de 1980, coordenou um Curso, promovido na IMECC-UNICAMP, para professores de Cálculo Diferencial Integral de diversas Instituições de Educação Superior da Região Sul do Brasil, com duração de uma semana e que tinha como diferencial não fazer uso do método tradicional de ensino. O referido coordenador solicitava aos participantes que, reunidos em pequenos grupos, elaborassem um problema que envolvesse Cálculo Diferencial e Integral. Assim, “duas horas depois, a maioria dos problemas propostos era igual aos que se apresentava nos livros texto, sem criatividade

(CREEM, 2010, s/p). Naquele momento, induzia o uso da Modelagem Matemática, em particular, na resolução de problemas envolvendo temas aplicados à área da Biologia.

Em 1982, foi organizado um Curso de Pós-Graduação – *lato sensu* –, na Universidade Estadual de Guarapuava – Paraná, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, hoje Universidade Estadual do Centro Oeste, para professores de Matemática e Bassanezi foi convidado para coordená-lo. Burak (2004) expressa que a “forma de trabalho neste curso era inovadora” (BURAK, 2004, p. 5), pois procurava romper com a forma tradicional de se ensinar matemática, ou seja, “primeiro conteúdo teórico e depois exercícios de aplicação” (Ibidem, p. 6). Acrescenta que o curso consistia em três fases: na I, ocorria a visita de grupos de professores e alunos aos locais onde se desenvolviam atividades econômicas do município de Guarapuava – madeireiras, fábrica de papel, agricultura, plantação de maçãs, suinocultura, criação de peixes, apicultura, dentre outras. Nas fases II e III, eram analisados os dados coletados na primeira.

No referido curso, Bassanezi era professor na fase I e, ao propor aos participantes visitas a empresas da cidade, tinha como objetivo levantar problemas de interesse para serem investigados em contato com as questões da realidade. Os participantes elencavam “questões relativas às abelhas, ao chimarrão, à fabricação de papel, à suinocultura, dentre outras” (Boletim Informativo do CREMM, maio de 2008, p. 2). Em seguida, os alunos retornavam à sala de aula para formular modelos matemáticos. Nesse contexto, promoveu-se o primeiro Curso de Pós-Graduação em Modelagem Matemática, o qual impulsionou a realização de outros cursos sob a coordenação de Bassanezi nas mais diversas instituições de Educação Superior do Brasil. O referido professor tornava-se, então, divulgador da Modelagem Matemática, pois, ao adotá-la em suas práticas de sala aula (Graduação, Pós-Graduação *lato e stricto sensu* e cursos de formação continuada), conquistou um número significativo de adeptos em todo o país. A modelagem, a partir desse curso de especialização em Guarapuava, como afirma Burak (2004), começou a ganhar prosélitos, haja vista que a preocupação da maioria dos professores era “buscar novas práticas para o ensino de Matemática – metodologias que partissem de situações vivenciadas pelo aluno do ensino Fundamental e Médio, no seu dia-a-dia” (Ibidem, p. 5).

Outra instituição que pode ter contribuído para o desenvolvimento da Modelagem na Educação Matemática foi a UNESP – Rio Claro –, sendo a primeira Universidade brasileira a ter um programa de Pós-Graduação especificamente em Educação Matemática, cuja criação data de 1984. Essa Universidade, com “mais que o dobro da produção de qualquer outra

instituição de pesquisa, dentro do tema da nossa discussão [referindo-se à Modelagem Matemática na Educação], é uma das grandes responsáveis pela expansão da modelagem na educação brasileira” (SILVEIRA, 2007, p. 29).

Nesse período, iniciavam-se estudos que tratariam de currículo e programas, nos quais “o acento é posto no papel social a ser desempenhado tanto pela escola quanto pela comunidade” (BERTICELLI, 1999, p. 171). O currículo, a partir dos anos finais da década de 1980, deixaria de ser apenas um elenco de disciplinas ou listagem de conteúdos e passaria a ser pensado no sentido de que todas as atividades da escola seriam significativas para o saber do aluno. A escola assumiria também um papel social, uma “postura crítica diante das questões curriculares” (Ibidem, p. 171). Os conteúdos selecionados deveriam ser relevantes socialmente e atender ao nível de desenvolvimento e interesse dos discentes; envolver questões da vida cotidiana, oportunizando ao estudante a construção de conhecimentos; e, permitir que os alunos desenvolvessem “sua capacidade de argumentação, de questionamento, de crítica e sua capacidade de formular propostas de solução para problemas detectados” (SANTOS, 2009, p. 14).

No entanto, Frigotto (1999) alertava para o risco de a educação ser utilizada como instrumento de conformação social, sendo subordinada a necessidades de novas formas de “inserção social postas exclusivamente pelo capital e que se pautava nas premissas, do fim da sociedade do trabalho e emergência da sociedade da informação, pautada em um novo paradigma científico-tecnológico” (p. 25). Na opinião do autor, a educação como prática social se definiria em vários espaços da sociedade, na articulação com os interesses econômicos, políticos e culturais dos grupos em constante interação no universo social. Para ele, tornar-se-ia necessária a qualificação das bases histórico-sociais das quais emergissem novas exigências educativas e de formação humana “para a proposição, compreensão e avaliação dos modelos e práticas educacionais que emergem neste final de século” (FRIGOTTO, 1999, p. 25) e que tendessem a se materializar por meio das políticas de educação difundidas e regulamentadas pelo Estado.

A Modelagem Matemática que, na década de 1980, era introduzida nas escolas, assinalava para o fato de tornar o aluno mais interessado pela Matemática e mostrar o uso da mesma em situações problema. Além disso, aspectos como desenvolvimentos da autoestima, da criticidade, da responsabilidade também eram enfatizados nos trabalhos que utilizavam a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, como expresso nos excertos que foram extraídos de teses e dissertações do referido período.

A modelagem matemática como uma metodologia alternativa para o ensino da matemática procura dar ao aluno mais liberdade para raciocinar, conjecturar, estimar e dar vazão ao pensamento criativo estimulado pela curiosidade e motivação. O ensino através da modelagem procura propiciar o emergir de situações-problema as mais variadas possíveis, sempre dentro de um contexto fazendo com que a matemática estudada tenha mais significado para o aluno.

É uma prática de ensino onde não há a sequência rígida de conteúdos, verificada no ensino tradicional, e cada tópico do programa estudado é tratado com a profundidade devido ao nível e à série. Outro aspecto a ressaltar nesta prática de ensino através da Modelagem é aquele em que a situação-problema determina o conteúdo a ser estudado e isto parece ser muito positivo, pois a sucessão de situações-problema experimentadas e vivenciadas pelo aluno acabarão por formar-lhe um espírito crítico e aberto às novas experiências (BURAK, 1987, p. 17-18).

O aluno sente prazer em trabalhar com algo que possa tocar, ver e analisar, a aula sai da sua rotina costumeira onde o professor fala e o aluno escuta e faz, para entrar em uma nova forma de estudar Matemática, mais dinâmica e interessante. Outro detalhe abordado é de que uma forma de ensino como esta, através da Modelagem, pode contribuir para diminuir a evasão escolar, uma vez que esta prática mostra aos alunos o emprego daquilo que aprendem (BURAK, 1987, p. 80).

Nesta, como em todas as atividades propostas dentro desse projeto de modelagem da construção da casa, parece ser possível reunir aspectos positivos, tanto para motivar o estudo da Matemática, como favorecer o desenvolvimento de outras habilidades. O desenvolvimento de um espírito alerta, crítico, bem como da capacidade para analisar uma situação e tomar decisões é um objetivo a ser perseguido nesta prática educativa (BURAK, 1987, p. 179).

As opiniões dos alunos e os resultados das observações do autor indicam que o uso combinado do material instrucional - modelos e módulo - é um meio de fazer com que o aluno estude no seu próprio ritmo, assim como fazer que ele compreenda o sentido do estudo da Matemática e a relação desta com sua realidade concreta e com outras disciplinas não necessariamente matemática (SANCHES, 1979, resumo).

Sem dúvida, ao descrevermos esta experiência, estamos deixando de considerar várias questões que surgiram durante cada encontro e que se perderam no decorrer do próprio trabalho. No entanto, acreditamos que com os dados descritos, podemos perceber algumas características dessa estratégia de ensino como, uma maior participação e envolvimento dos alunos, maior interesse e desenvolvimento tanto a nível cognitivo como afetivo (os alunos passam a ver a matemática sob novo prisma) (MULLER, 1986, p. 124).

Ao utilizar um modelo matemático como estratégia de ensino, proporcionamos ao aluno uma visão mais abrangente da matemática e de seu relacionamento com outras ciências pois, como podemos observar, ao partir de uma situação real, esta, por estar dentro de algum contexto, terá sempre aspectos sociais, científicos, filosóficos e políticos a serem considerados. Após estas considerações cremos que fica claro que a estratégia de ensino não utiliza apenas o modelo matemático mas sim, todo o processo de modelagem e, além disso, toda uma idéia de ensinar matemática colocando-a dentro de um contexto comum aos alunos, relacionado-a com as ciências e o dia-a-dia das pessoas (MULLER, 1986, p. 67).

Os excertos acima indicam que, ao utilizar a Modelagem Matemática, proporciona-se ao aluno uma *visão mais abrangente da matemática*, pois, ao usar situações da realidade do aluno, é possível reconhecer a importância da *matemática em outras áreas*, bem como

relacioná-la *com as ciências e o dia-a-dia das pessoas*. Ademais, é a *situação-problema que determina o conteúdo a ser estudado*, não existindo uma *sequência rígida dos conteúdos*, tornando o ensino da Matemática *mais dinâmico e interessante*. Essa *metodologia alternativa*, conforme os fragmentos acima, ao dar *liberdade aos alunos*, possibilita *maior participação e envolvimento dos alunos*, bem como *maior interesse e desenvolvimento, tanto a nível cognitivo como afetivo*.

Na época, ainda, ocorreram mudanças no campo tecnológico e da informação, o que exigia, por parte do trabalhador, uma base mínima de escolarização. Oliveira (2001), expressa que a mudança da base eletromecânica para a microeletrônica, que atingia todos os setores da vida social e produtiva, passou a exigir o desenvolvimento de habilidades cognitivas e comportamentais, tais como: análise, síntese, comunicação clara e precisa, interpretação e uso de diferentes formas de linguagem, capacidade para trabalhar em grupo, estabelecimento de relações, rapidez de respostas e criatividade diante de situações desconhecidas, decisão para eleger prioridades, capacidade para criticar respostas e avaliar procedimentos, aliar raciocínio lógico-formal à intuição criadora, estudar continuamente e assim por diante.

De acordo com a autora acima mencionada, um dos problemas para o desenvolvimento da política de informática no Brasil deu-se “à falta de recursos humanos capacitados para desenvolver essa tecnologia” (2001, p. 52). Ela destaca que, até aquele momento, somente as Universidades eram as principais formadoras de recursos humanos nessa área, atividade que precisava ser ampliada, pois não era suficiente para atender à demanda. Por isso, “deveria ser estendida ao ensino fundamental e médio, para garantir o lugar do Brasil como país capaz de desenvolver e utilizar a principal tecnologia do século XX: a informática” (Ibidem, p. 52).

Em relação ao ensino da Matemática, Ponte e Canavarro (2007) comentam que o computador permitiu não somente aliviar os alunos de cálculos maçantes, mas “explorar conceitos ou situações, descobrir relações ou semelhanças, modelar fenômenos, testar conjecturas, inventar Matemática e reinventar a Matemática” (Ibidem, p. 3). Nesse contexto, tornou possível a realização de experiências, testando hipóteses que envolvessem grande quantidade de cálculos. Além disso, na visão desses autores, auxiliou no estudo de algumas áreas da Matemática, tais como o ensino da Álgebra Linear e da Análise Numérica. Ademais, “estimulou o desenvolvimento de novas áreas como a teoria do caos, os fractais, a programação linear e não linear e o estudo da complexidade computacional” (PONTE; CANAVARRO, 2007, p. 7).

Dessa forma, pode-se assinalar que o computador constituiu-se em uma forte influência no desenvolvimento da Matemática, levando ao estabelecimento de um novo paradigma de investigação, ou seja, a Matemática Experimental. Com certeza, o surgimento dessa ferramenta possibilitou a “automatização do processo de cálculo associado a modelos, tornando o seu uso muito mais atrativo e eficaz” (Ibidem, p. 8), pois, é possível, por meio dele, em frações de segundos, o desenvolvimento de cálculos, o que permite realizar simulações em curto espaço de tempo e com grande precisão. Ainda, para Ponte e Canavarro (2007), a Matemática tem “uma longa tradição de aplicações” à Engenharia e às ciências como a Física, a Química e a Biologia, as quais se utilizam de regras das equações diferenciais ou dos sistemas de equações diferenciais para resolver seus problemas.

No entanto, para os mesmos autores, dado o necessário volume de cálculos, essas abordagens tinham, na maioria dos casos, uma reduzida utilização prática. Com o computador, os cálculos se tornaram rápidos e eficazes e seu surgimento, na visão desses pesquisadores, modificou o panorama. Apareceram diversos domínios das ciências humanas e naturais, cujas atividades de pesquisa estariam vinculadas “na construção e análise de modelos computacionais, baseados em modelos matemáticos que explorassem justamente a sua extraordinária capacidade de cálculo” (Ibidem, p. 10).

Franchi (2007, p. 182) destaca que, ao utilizar a Modelagem Matemática, necessitava-se conhecer o fenômeno em estudo, buscar informações e analisar os dados coletados. Quanto mais próximo do real, provavelmente, mais trabalhosa em relação ao tratamento matemático seria a situação estudada. Essas tarefas, na opinião do autor, poderiam ser aperfeiçoadas com o auxílio de recursos da Informática. Em sua ótica, o trabalho conjunto da Informática com Modelagem possibilitaria que muitas das dificuldades do processo de Modelagem fossem superadas pela facilidade de coleta e tratamento dos dados e pela manipulação das representações (matrizes, planilhas, gráficos ou equações) por meio da utilização de *softwares* e da *Internet*.

Nos trabalhos desenvolvidos com a Modelagem Matemática, os recursos da Informática se tornariam “quase que imprescindíveis quer quando ela é utilizada como um método da matemática aplicada quer como um instrumento pedagógico” (JACOBINI, 2004, p. 71). Para o autor, a importância da Informática ficaria evidenciada quando vários dados e muitas variáveis fossem consideradas no processo de construção de modelos e simulações precisassem ser realizadas. Jacobini (2004) destaca algumas contribuições que as tecnologias teriam oferecido à aplicação da Modelagem Matemática: auxílio na realização de simulações

que utilizam aplicações diversas e dados reais; auxílio nas práticas de resoluções de problemas e na obtenção de soluções com grande precisão; possibilidade de uma melhor compreensão dos problemas e rapidez nas interpretações, devido à facilidade em realizar simulações; possibilidade de geração de variações nos parâmetros; possibilidade de visualizações gráficas. No entanto, cabe inferir que a escolha da tecnologia informática “depende das condições do problema, da disponibilidade de equipamento e de quem vai fazer uso da modelagem” (Ibidem, p. 71).

Em relação à Educação Matemática, Fernandes e Menezes expressam que a década de 1990 foi decisiva, pois “as sementes plantadas, anteriormente, começavam a germinar” (2004, p. 8). Os autores estavam se referindo ao surgimento de cursos, programas e pesquisas na área da Educação Matemática. Praticamente em todo o país existiam profissionais preocupados com o ensino da Matemática. O número de pesquisas e relatos de experiências de sala de aula apresentados em eventos no campo da Educação Matemática haviam aumentado de forma significativa, bem como o de professores interessados em publicações e cursos de extensão relacionados à Modelagem Matemática. Os cursos de Graduação e de Pós-Graduação – *lato e stricto sensu* – começavam a incluir, em sua grade curricular, “a modelagem no ensino como disciplina ou como parte do programa da disciplina Metodologia do Ensino da Matemática” (BIEMBENGUT, 2009, p. 8). A autora afirma, atualmente, no Brasil, dos 413 cursos de formação de professores de matemática, 112 têm na grade curricular disciplinas que abordam a Modelagem Matemática.

Os programas dessas disciplinas sugerem que, nas práticas de sala de aula, as propostas têm buscado encorajar os estudantes a se envolverem ativamente na sua aprendizagem; produzirem trabalhos a partir de necessidades, interesses, metas pessoais de forma desafiadora e talentosa e levarem a risco compromissos humanitários. Embora a modelagem matemática na formação de professores não possua um estatuto definido, existem regimentos que permitem guiar professores a desenvolverem ensino e pesquisa integrando a matemática a outras áreas do conhecimento; propiciando aos estudantes, em qualquer período de escolarização, aprender a fazer uso da matemática nas atividades cotidianas, fora do contexto escolar, despertando seus interesses por outras áreas do conhecimento, instigando seus sentidos imaginativos e críticos ao passar a fazer pesquisa, no sentido *lato* do termo, que ultrapassa o levantamento de dados, analisando estes dados com critérios, com fundamentos (BIEMBENGUT, 2009, p. 17).

Pelo acima exposto, pode-se concluir que a inserção da Modelagem Matemática nos cursos de formação de professores tem ganhado adeptos e, embora existam concepções diferentes dos professores responsáveis, elas convergem no aspecto de que a modelagem

poderia “contribuir não somente para aprimorar o ensino e a aprendizagem matemática, como também para provocar uma reação e interação entre corpo docente e discente envolvidos na contínua produção do conhecimento” (Ibidem, p. 17).

Cabe comentar que, na década de 1990, conforme Castro Neto (2008), ocorriam eventos com a participação e financiamento de órgãos internacionais, tais como UNESCO (Organização para a Educação, a Ciência e a Cultura das Nações Unidas), UNICEF (Fundo das nações Unidas para a Infância), PNUD (Programas das Nações Unidas para o Desenvolvimento) e Banco Mundial. As discussões tinham como foco um grande projeto de educação de âmbito mundial, tendo como eixo “Satisfação das necessidades básicas de aprendizagem” (CASTRO NETO, 2008, p. 83). Em 1996, a UNESCO publicava as diretrizes da Educação Mundial para o século XXI, que, segundo o autor anteriormente citado, chegara à conclusão de que o avanço técnico e a modernização da produção apresentavam bons resultados de desenvolvimento econômico naqueles países que investiam no capital humano para a melhoria da sua produtividade. Portanto, a educação deveria ter “como finalidade econômica formar pessoas aptas a fazerem uso das novas tecnologias e capacitá-las para que possam inovar em seus comportamentos” (Ibidem, p. 84).

O Brasil, como participante das referidas discussões, elaborava, em 1998, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os quais levavam em conta as decisões publicadas pela UNESCO. A orientação proposta pelos mesmos reconhecia como importante a participação do aluno na construção do conhecimento. Nessa perspectiva, os PCNs serviriam como referência para a reformulação de políticas educacionais em todos os níveis de ensino, tornando-se base para a reformulação dos projetos pedagógicos das escolas, elaboração de material didático e formação de professores.

Santiago (2004) expressa que as reformas da última década do século XX pretendiam estabelecer modelos uniformes de qualidade do ensino em que conteúdos, implantados como universais e necessários à inclusão na sociedade da informação e da tecnologia, fossem tomados como critérios de equidade, garantindo uma educação básica universalizada a todos. Nessa ótica, as diversidades culturais, regionais, étnicas ou político-pedagógicas expressas pela flexibilidade curricular e asseguradas pela legislação seriam “mantidas sob controle por meio de um sistema de avaliação nacional que, de forma indireta, obrigaria as instituições de ensino a se enquadrarem nos padrões propostos pelo currículo nacional” (SANTIAGO, 2004, p. 154). Dessa forma, o foco de controle não seria a estrutura curricular presente nas disciplinas ou nos componentes que a ele se agregam, pois a escola teria autonomia para

organizar sua proposta, mas recairia sobre conteúdos ou informações considerados importantes em cada nível de escolaridade. Dito de outra maneira, o controle ocorreria sobre o que se aprende e, por consequência, sobre o que se ensina.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, tanto nos objetivos educacionais propostos, quanto na conceitualização do significado das áreas de ensino e dos temas da vida social contemporânea que deveriam permeá-los, adotariam como foco o desenvolvimento das capacidades dos alunos. Ademais, nesse contexto, os conteúdos curriculares seriam meios para a aquisição de capacidade e não fins, e o aluno seria o sujeito de sua própria formação. Em relação à Matemática, os PCNs (1998) apontavam que as necessidades do dia a dia levariam os alunos a desenvolverem capacidades naturais práticas para lidar com a Matemática, o que permitiria reconhecer problemas, buscar e selecionar dados, tomar decisões.

Aprender Matemática de uma forma contextualizada, integrada e relacionada a outros conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras, à medida que instrumentalizam e estruturam o pensamento do aluno, capacitando-o para compreender e interpretar situações, para se apropriar de linguagens específicas, argumentar, analisar e avaliar, tirar conclusões próprias, tomar decisões, generalizar e para muitas outras ações necessárias à sua formação (BRASIL-MEC, 2002, p. 108).

Conforme o fragmento anterior, os PCNs expressavam que aprender Matemática de forma contextualizada, integrada e relacionada com outros conhecimentos desenvolveria habilidades e competências fundamentais ao aluno. Cabe assinalar que essas questões estão relacionadas com vantagens proporcionadas ao se utilizar Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, como sinalizam os excertos extraídos das teses e dissertações que compõem o material de pesquisa deste estudo.

*Com o uso da Modelagem Matemática podemos desenvolver no aluno a **capacidade de interpretar, analisar e solucionar problemas oriundos de situações não matemáticas**. No contato com as situações problemas da realidade e na tentativa de solucioná-las, o aluno desenvolve a capacidade de formular questões, construir e testar hipóteses, como também expressar-se matematicamente e oralmente. Visando a formação geral do indivíduo, **procura se estimular a pesquisa, desenvolvendo atitudes científicas, promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da criatividade e da atitude ativa**. (FERRUZZI, 2003, p. 52) [grifos meus].*

*Por outro lado, ao experiencarmos a Modelagem Matemática em sala de aula, verificamos que esta dá oportunidade ao aluno de articular **os conhecimentos matemáticos, não somente entre si, mas também com as outras áreas do saber**, facilitando-lhe perceber, portanto, as relações entre o conhecimento científico e a realidade. (SPINA, 2002, p. 44) [grifos meus].*

*Concordo com esses e os outros argumentos sobre o uso da Modelagem porque para mim, seu uso contribui para uma **aprendizagem contextualizada da Matemática, possibilita desenvolver competências críticas e reflexivas sobre as situações relacionadas à sociedade, sobre a própria matemática como ciência e seu papel nas situações-problema da sociedade.**[...]*

*No ambiente de Modelagem, o aluno é incentivado a trabalhar em grupo, possibilitando o convívio social e **o desenvolvimento do senso de cooperação, responsabilidade, criticidade e comunicação oral entre os membros do grupo.** (SONEGO, 2009, p. 21) [grifos meus].*

*Nesta direção, reconhecemos que o ambiente de ensino e aprendizagem pelo uso da Modelagem Matemática, traz a possibilidade de desenvolver nos estudantes a atuação como sujeitos de seu aprendizado, provendo, durante o cumprimento das etapas requeridas, a aprendizagem do conteúdo, **contextualizando-o a partir de um problema real a ser investigado e ainda proporcionando o ganho de benefícios extra-matemáticos à medida que estimula o conhecimento reflexivo e a tomada de decisões.** (KFOURI, 2008, p. 111) [grifos meus].*

*Dessa forma, averiguamos que quando a Modelagem é desenvolvida em sala de aula, possibilita a seus adeptos uma gama de reflexões capazes de mudar, ou simplesmente aclarar, as concepções desses indivíduos. Nessa pesquisa o fato da Modelagem ter sido trabalhada com o conteúdo de Estatística proporcionou uma conscientização bastante apurada, visto que os alunos produziam gráficos, cálculos estatísticos e a partir destes disparavam os debates que geraram esses indícios encontrados em nossos dados. Inferimos que a Modelagem fortaleceu a consciência crítica desses estudantes, favorecendo e valorizando o desenvolvimento de sua criticidade. Assim, averiguamos também que **a Modelagem possibilita um ensino mais crítico e reflexivo para o aluno, estando, pois, de acordo com as sugestões feitas por documentos educacionais bem como com o desejo de muitos professores e exigência da sociedade.** (ANDRADE, 2008, p. 122) [grifos meus].*

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para a área da Matemática (1998), são apresentados alguns princípios em relação à Disciplina, cujo objetivo principal é o de adequar o trabalho escolar a uma nova realidade, “marcada pela crescente presença dessa área do conhecimento em diversos campos da atividade humana” (BRASIL-MEC, 1998, p. 56). Dentre os princípios apresentados nesse documento, destacam-se: a Matemática é importante na medida em que a sociedade necessita e utiliza cada vez mais os conhecimentos científicos e recursos tecnológicos; a atividade matemática escolar não é olhar para as coisas prontas e definitivas, mas à construção e à apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade; o ensino de Matemática deve garantir o desenvolvimento de capacidades como: observação, estabelecimento de relações, comunicação, argumentação, validação de processos e o estímulo às formas de raciocínio como intuição, indução, dedução, analogia, estimativa; o ensino da Matemática consiste em relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras, escritas numéricas), bem como relacionar essas representações com princípios e conceitos

matemáticos; a aprendizagem em Matemática está ligada à compreensão, isto é, à atribuição e apreensão de significado; o significado da Matemática para o aluno resulta das conexões que ele estabelece entre ela e as demais áreas, entre ela e o cotidiano e das conexões que ele estabelece entre os diferentes temas matemáticos.

Pode-se assinalar que esses princípios fazem parte de práticas pedagógicas que utilizam a Modelagem Matemática, conforme expresso nos excertos acima que foram extraídos do material de pesquisa. Observa-se que o uso de situações do contexto do aluno em sala de aula oportuniza *a articulação dos conhecimentos matemáticos com outras áreas do saber*, permitindo ao estudante perceber *relações entre o conhecimento científico e a realidade*. A Modelagem Matemática possibilita desenvolver nos discentes *a atuação como sujeitos de seu aprendizado, provendo a aprendizagem do conteúdo, contextualizando-o a partir de um problema real a ser investigado*. Ademais, proporciona *o ganho de benefícios extramatemáticos à medida que estimula o conhecimento reflexivo e a tomada de decisões*.

É possível inferir que o uso da Modelagem Matemática, ao contribuir para uma *aprendizagem contextualizada da matemática*, possibilita *desenvolver competências críticas e reflexivas sobre situações relacionadas à sociedade* em que vive o aluno, bem como *sobre a própria matemática como ciência*. Portanto, favorecendo e valorizando o desenvolvimento da criticidade, contribuiria para um ensino mais reflexivo, o que está em consonância com as ideias expostas nos *documentos educacionais bem como com o desejo de muitos professores e a exigência da sociedade*. Aliado a isso, nas atividades, o aluno *é incentivado a trabalhar em grupo, possibilitando o convívio social e o desenvolvimento do senso de cooperação, responsabilidade, criticidade e comunicação oral entre os membros do grupo*.

Pelo exposto até aqui nesta seção, percebe-se que a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar tem se expandido desde as décadas de 1970 e 1980, intensificando-se em 2000. O auxílio do PREMEN (Projeto Nacional para a Melhoria do Ensino de Ciências) – anos 70 –, o curso de Pós-Graduação em Guarapuava – anos 80 –, o avanço da informatização – anos 90 – podem ter contribuído no processo de intensificação do uso da Modelagem Matemática. A partir dos anos 2000, tornou-se possível afirmar que um dos fatores do aumento de pesquisas que utilizavam a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar se devem às orientações advindas dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Estas, por sua vez, aludiam ao fato de que seria papel da escola desenvolver “uma educação que não dissocie escola e sociedade, conhecimento e trabalho e que coloque o aluno ante desafios que lhe permitam desenvolver atitudes de responsabilidade, compromisso, crítica, satisfação e

reconhecimento de seus direitos e deveres” (BRASIL-MEC, 1998, p. 27).

A seguir, descrevo alguns estudos acadêmicos realizados sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, bem como eventos e grupos de discussão que tratam esse campo. O presente estudo objetiva mostrar o quanto a Modelagem Matemática está consolidada e em fase de expansão, em especial, no Brasil.

2.2 Consolidação da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar

A Modelagem Matemática na Educação Matemática, embora consolidada em nível internacional desde meados do século XX, se fortaleceu no Brasil nos anos de 2000. Esse fortalecimento deu margem à criação de eventos específicos com o intuito de fomentar e aprofundar os debates sobre o tema. (CNMEM, 2010, s/p.)

Um primeiro balanço sobre a produção de dissertações e teses sobre Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, no país, foi realizado por Dario Fiorentini, em 1994, em sua tese *Rumos da pesquisa brasileira em Educação Matemática: o caso da produção científica em cursos de Pós-Graduação*. Nela, o autor descreveu e avaliou a pesquisa brasileira em Educação Matemática, especificando as tendências temáticas e teórico-metodológicas, as questões que foram objeto de pesquisa, os pesquisadores e seus orientadores, bem como as Instituições onde os trabalhos foram produzidos. Analisou, aproximadamente, 120 dissertações/teses relativas à Educação Matemática e produzidas até 1994 em programas de Pós-Graduação. Em seguida, escolheu duas linhas temáticas – Resolução de Problemas e Modelagem Matemática – para uma avaliação mais detalhada e sistemática.

Ao concluir seu estudo, chama a atenção para o fato de que, para a Modelagem Matemática se consolidar no Brasil, seria necessário que ela superasse a fase dos ensaios e dos relatos de experiência e passasse a uma investigação mais sistemática. Além disso, na visão do autor, o pesquisador deveria deixar de lado a “atitude apologética em relação à Modelagem Matemática” (FIORENTINI, 1994, p. 272) e adotar uma postura mais “crítica, inquiridora e investigativa”. Caso isso não ocorresse, para ele, essa linha correria “o risco de,

rapidamente, esgotar-se e esvaziar-se” (Ibidem, p. 272).

Fiorentini pode ser considerado precursor ao analisar como a Modelagem Matemática estava sendo utilizada para produzir “conhecimentos matemáticos a partir de desafios e problemas externos à própria matemática” (Ibidem, p. 272). Alerta para o cuidado que deveria ser dado aos trabalhos, pois a maioria dos autores que pesquisavam esse campo o defendia como sendo uma “estratégia para mudar o ensino da matemática” (Ibidem, p. 278), o que para ele era preocupante, tendo em vista que poderia se tornar “uma trajetória tecnicista, idealista”.

Pode-se, portanto, deduzir que, em seu estudo, Fiorentini já colocava sob suspeição o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, uma vez que questionava o lado “muito prescritivo” (FIORENTINI, 1994, p. 273) das pesquisas usadas no referido campo. As investigações, na visão do mesmo autor, mostravam a preocupação com “o como fazer” e não examinavam aspectos mais específicos “desse fazer”. Para ele, traziam um simples relato de experiências e não faziam uma análise mais detalhada das consequências dessas experiências no ensino da Matemática.

Biembengut (2009), no artigo *30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais*, apresenta um mapeamento de ações pedagógicas com Modelagem Matemática na educação brasileira. Segundo a autora, o estudo descreveu e organizou documentos e informações para efetuar análise dos dados. Na pesquisa realizada, foram identificados 288 trabalhos acadêmicos (teses, dissertações, monografias), 836 artigos e 112 cursos de licenciatura que tinham a disciplina de Modelagem Matemática ou que abordavam o tema. Em particular, a pesquisadora fez referência às evidências comuns e relevantes que encontrou em 60 artigos e 76 dissertações estudadas sobre formação de professores e que envolviam a Modelagem Matemática. O estudo de Biembengut (2009) apresentou como aspectos positivos do uso da Modelagem Matemática no ensino e aprendizagem o interesse do aluno pela Matemática, pois, ao se utilizar a Modelagem Matemática, ele “vê a aplicabilidade da Matemática”; a possibilidade de realizar pesquisa sobre assuntos de seu interesse, o que implica torná-lo criativo, crítico e interessado. No que se refere aos aspectos negativos, cita a dificuldade em transpor um ensino que prime pela formalização, aplicação de fórmulas para uma prática em que os problemas não estejam formulados. Para ela, essa dificuldade pode ter relação com os cursos de formação de professores que ainda apresentam um currículo muito fragmentado e subdividido em disciplinas, as quais contemplam técnicas e exercícios de demonstração desprovidos de objetivos significativos.

A dissertação de Everaldo Silveira (2007), intitulada *Modelagem Matemática em educação no Brasil: entendendo o universo de teses e dissertações*, teve como propósito mapear os principais focos de pesquisa em Modelagem na Educação Matemática Brasileira e discutir as ações apresentadas em teses e dissertações produzidas de 1976 até 2005, mais especificamente, relativas ao uso da Modelagem Matemática na formação de professores. Após o mapeamento, o autor selecionou 11 teses e 54 dissertações que relatavam sobre o uso da Modelagem Matemática na formação de professores. Apresentou resultado referente ao número de trabalhos por região, por orientador, por Instituição, por denominações atribuídas à Modelagem Matemática pelos pesquisadores, por nível de escolaridade, por temáticas encontradas nas pesquisas, por instrumentos e procedimentos utilizados na coleta de dados. Quanto à questão da formação de professores, foco de sua investigação, o autor expressou:

Observamos que foram várias as estruturas dos cursos desenvolvidos ou relatados pelos pesquisadores com o intuito de despertar nos professores o interesse pela utilização da Modelagem na Educação Matemática. Não vamos classificar um ou outro como melhor ou pior; porém, acreditamos que o avanço da Modelagem Matemática nas salas de aula continua lento, e ainda encontra grande resistência por parte dos professores. Estes, por sua vez, sabem das limitações das práticas educacionais vigentes, especialmente no que diz respeito ao ensino da Matemática, porém falta-lhes força para acreditar na possibilidade da mudança (SILVEIRA, 2007, p. 91).

O pesquisador constatou que os vários programas de formação sobre modelagem na Educação Matemática oferecidos a professores não resultaram em mudanças significativas na prática cotidiana de sala de aula, embora estes acreditassem nas potencialidades da Modelagem Matemática. Para Silveira (2007), os motivos pelos quais poucos docentes a utilizavam em sua prática pedagógica seriam a insegurança, presente em muitos momentos na fala dos pesquisados, bem como o reduzido “tempo de formação que os professores normalmente tiveram, na maioria dos casos, em assuntos relacionados à Modelagem Matemática” (Ibidem, p. 103).

O artigo de Biembengut (2009), a dissertação de Silveira (2007), bem como a tese de Fiorentini (1994) mostram o considerável aumento de investigações, nas últimas décadas, no campo da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. Ademais, pode-se argumentar que o crescimento de estudos nesse campo tem “impulsionado a configuração de uma comunidade brasileira de pesquisadores em Modelagem, cuja configuração parece estar relacionada à produção de dissertações e teses” (BARBOSA, 2007, p. 84).

Esse crescimento na produção de dissertações/teses a partir de 2000, Barbosa (2007)

associava-o à criação, pela CAPES, em 2001, do Comitê de Ensino de Ciências e Matemática. Na época, foram autorizados novos cursos de Pós-Graduação *stricto sensu*, sendo que “alguns deles (Universidade Estadual de Londrina, Universidade Federal do Pará, etc.) possuíam docentes com interesse explícito em Modelagem” (BARBOSA, 2007, p. 84). Para Silveira (2007), a formação de novos doutores no país que passaram a orientar dissertações/teses sobre Modelagem, bem como o caso de pesquisadores que atuavam em outros campos e migraram para a Modelagem Matemática poderiam ter sido os motivos que suscitaram o crescimento da produção pelo campo da Modelagem Matemática nos programas de Pós-Graduação.

Biembengut (2009), Barbosa (2007) e Silveira (2007) também comentam que o crescimento na produção científica sobre Modelagem Matemática, a partir de 2000, teria ocorrido devido à criação e consolidação de espaços específicos para o debate sobre Modelagem Matemática, dentre eles, eventos nacionais e internacionais, grupos de estudos consolidados, centros virtuais. Em relação aos eventos nacionais, em 1999, ocorreu a primeira Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática (CNMEM), tendo por tema "Modelagem no ensino de matemática". Os objetivos da Conferência foram: permitir o intercâmbio de experiências em ensino e investigações científicas que contribuíssem para com o desenvolvimento dos participantes da área de estudo; possibilitar aos participantes reflexões de cunho teórico e prático sobre a Modelagem no ensino de matemática; refletir sobre a pesquisa científica nesse campo de estudo. O referido evento tem ocorrido, no Brasil, desde então, a cada dois anos.

No âmbito internacional, desde 1983, formou-se um grupo que agrega os interessados em Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, nomeado "The International Community of Teachers of Modelling and Applications" (ICTMA). Este organiza, bianualmente, um evento com o objetivo de verificar o panorama internacional sobre o tema: The International Conference on Teaching Mathematical Modelling and Applications (ICTMA). No primeiro e segundo eventos, “muitas das apresentações eram sobre como ensinar modelagem ou descrição de modelos, pouquíssimas descreviam pesquisas ou perspectivas filosóficas” (Boletim do CREMM, novembro de 2007). De cada um deles, é publicado um livro com os melhores trabalhos apresentados, o chamado ICTMA book.

Cabe destacar que, nos últimos anos, a comunidade brasileira tem estreitado os laços com o ICTMA, como, por exemplo, em seu boletim de 2009, em que foram publicadas duas matérias contendo atividades da comunidade de modelagem do Brasil. Em 2013, o ICTMA-16 ocorrerá na Universidade Regional de Blumenau – Santa Catarina – Brasil. Os ICTMAs

consolidaram-se no cenário internacional, pois, sendo um importante fórum internacional sobre as questões de Modelagem e Aplicações no âmbito da Educação Matemática, neles se “discutem experiências de sala de aula, pesquisas e reflexões sociais e epistemológicas convergentes com o tema” (BARBOSA, 2001, p. 25).

No Estado do Paraná, desde 2004, o curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina (UEL), em parceria com o Departamento de Matemática e por meio do grupo de pesquisa “Modelagem Matemática: Desafios no âmbito da Educação Matemática?”, organiza os Encontros Paranaenses de Modelagem em Educação Matemática (EPMEM). O evento ocorre a cada dois anos e tem por objetivos oportunizar um momento de intercâmbio entre pesquisadores e proporcionar aos professores dos diferentes níveis de ensino daquele Estado um espaço para divulgar seus trabalhos e aprimorar os conhecimentos sobre Modelagem Matemática.

No Estado do Pará, desde 2006, a cada dois anos, acontece o EPAMM – Encontro Paraense de Modelagem Matemática no Ensino –, uma iniciativa do Grupo de Estudos em Modelagem Matemática (GEMM) do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento da Educação Matemática e Científica da Universidade Federal do Pará (UFPA). Os objetivos dos referidos encontros são: socializar os trabalhos locais realizados sobre Modelagem Matemática; disseminar a utilização da Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino-aprendizagem; estreitar os laços entre os pesquisadores locais da área; fornecer subsídios teóricos e práticos sobre “Modelagem Matemática no Ensino” aos participantes. (Extraído de <http://www.ufpa.br/epamm2010/historico.html>).

Nos Encontros Nacionais de Educação Matemática (ENEMs), a Modelagem Matemática também tem sido destacada, pois, desde 2001, existe um grupo de discussão específico para o tema, nomeado de GT10. Em julho de 2010, ocorreu a 10^a edição, em Salvador – Bahia –, com o tema “Educação Matemática, Cultura e Diversidade”. O GT10 foi estabelecido pela SBEM como resultado da política de que os grupos assumissem o papel de articulação e colaboração dos pesquisadores brasileiros. Portanto, a missão do mesmo é favorecer o debate e a colaboração dos pesquisadores brasileiros que realizam investigações sobre Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, articulando o desenvolvimento dessa frente de pesquisa no país. Além da participação no ENEM, o grupo se reúne durante a realização dos Seminários Internacionais de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM), os quais são organizados pela Diretoria Executiva da SBEM, bem

como participa da organização das Conferências Nacionais sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM). O acesso eletrônico do grupo é <http://www.sbem.com.br/gt10/quem.html>.

Além dos eventos nacionais e internacionais anteriormente citados, há outros na área da Matemática que promovem discussão e socialização dos trabalhos de Modelagem Matemática. Para exemplificar, nomino os Encontros Regionais de Educação Matemática em diversos Estados do Brasil, nos quais questões relacionadas à Modelagem Matemática são evidenciadas. Em 2009, ocorreu o X Encontro Gaúcho de Educação Matemática na Universidade Regional Unijuí – Ijuí, cujo tema foi “Educação Matemática: diálogos entre a universidade e a escola”. Neste, um dos grupos foi o GT04, ocasião em que foram apresentados e discutidos relatos de experiências e comunicações científicas que tinham como foco a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar.

Há, ainda, outros grupos formados e consolidados que fomentam a discussão e divulgação da Modelagem Matemática. Um deles, O NUPEMM – Núcleo de Pesquisas em Modelagem Matemática –, é um grupo de pesquisa certificado pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) junto ao CNPq desde março de 2005. Seu foco principal de estudo é a Modelagem Matemática na Educação Matemática. Dele faz parte o Grupo Colaborativo em Modelagem Matemática (GCMM), iniciado em 2007, que se caracteriza como um projeto de extensão universitária e tem por objetivo discutir Modelagem Matemática na Educação Matemática. As atividades do grupo são referentes a leituras e discussões de textos, planejamento e elaboração de atividades de Modelagem, que são desenvolvidas nas práticas pedagógicas dos professores do grupo. A página é <http://www.uefs.br/nupemm/>.

O GEMM – Grupo de Estudos em Modelagem Matemática – originou-se em 2004 por ocasião das disciplinas sobre Modelagem Matemática e Ensino, ministradas pelo Professor Adilson Oliveira do Espírito Santo (coordenador), no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (NPADC) da Universidade Federal do Pará (UFPA). O grupo tem por objetivos discutir e estudar a Modelagem Matemática conforme duas perspectivas: processos de ensino-aprendizagem e formação de professores. Além de mestres e mestrandos do Programa, o mesmo também conta com a participação de professores da rede de ensino, alunos da graduação e dos cursos de especialização em Educação em Ciências e Matemáticas para as séries iniciais. A página de acesso é http://www.ufpa.br/ppgecm/index.php?optioncom_content&view=article&id=198&Itemid20.

Merece ainda destaque a existência de alguns Centros Virtuais que possuem materiais sobre Modelagem Matemática, tais como o CVM e o CREMM. O Centro Virtual de Modelagem (CVM) é um ambiente virtual onde professores de Matemática poderão encontrar suporte, oferecer ajuda e colaborar no sentido de encontrar soluções para problemas comuns, construir alternativas e debater questões ligadas à Modelagem. O CVM proporciona um campo bastante vasto para ser pesquisado e possui como endereço eletrônico <http://tidia-ae.rc.unesp.br/cvm/>.

O Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino (CREMM) iniciou suas atividades em outubro de 2006 com um pequeno número de produções acadêmicas. Sua meta é ser um Centro de Estudo e Pesquisa integrado a outros Centros ou Grupos de Pesquisa na área para promover ações que contribuam com a Educação Matemática e dispor de um Sistema de Documentação referente a pesquisas e práticas pedagógicas de Modelagem Matemática no Ensino do Brasil e demais países que possam subsidiar alunos, professores e pesquisadores (extraído de <http://www.furb.br/cremm/>). O CREMM está vinculado à Universidade Regional de Blumenau (FURB) e disponibiliza vários materiais referentes à Modelagem Matemática, tais como: resumos de trabalhos acadêmicos (monografias, dissertações, teses); sugestões de livros; revistas eletrônicas; boletim informativo; resumo dos artigos publicados em anais e revistas; eventos e links referentes à Modelagem Matemática. Tem como endereço eletrônico <http://www.furb.br/cremm/portugues/index.php>.

Pelo exposto, pode-se inferir que a pesquisa sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar é vasta e, como expressa Barbosa (2001, p.12), “é preciso potencializar este fluxo de pesquisas em Modelagem, não se limitando ao relato de experiências”. Para Klüber (2007), existe a necessidade de maior aprofundamento a respeito da Modelagem Matemática, principalmente em aspectos relacionados aos questionamentos teóricos. Para o autor, são muitos os relatos de experiências que caracterizam uma visão empírica sem discussão aprofundada de pontos teóricos que poderiam ser extremamente importantes e necessários para a consolidação de qualquer área em âmbito científico.

Atualmente, com o avanço das tecnologias de informação, há muito material disponível na internet sobre o uso da Modelagem Matemática. Os centros e grupos virtuais possibilitam, além da informação, a troca de experiências e a participação em discussões com grupos de pesquisa de regiões diferentes, em “tempo real”. Além disso, proporcionam aos participantes encontrar possíveis soluções para problemas comuns. Portanto, é possível afirmar que a importância do uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar

está sendo instituída como uma verdade na Educação Matemática no sentido atribuído por Foucault à verdade.

Em efeito, o filósofo entende por verdade o conjunto de procedimentos que autorizam um determinado enunciado ser ou não considerado verdadeiro. E essas produções de verdade não se dissociam do poder, justamente porque são os mecanismos de poder que induzem a produção de verdades. A verdade, nessa visão seria produzida a partir de múltiplos elementos: pelos tipos de discurso que cada sociedade acolhe e faz funcionar como verdadeiros; pelos mecanismos e as instâncias que permitem distinguir os enunciados verdadeiros dos falsos, a maneira como se sancionam uns e outros; pelas técnicas e os procedimentos que são valorizados para a obtenção da verdade; pelo estatuto daqueles que têm o encargo de dizer o que funciona como verdadeiro.

Assim, é possível pensar que existem locais onde esses efeitos de verdade são codificados previamente, como por exemplo, em domínios científicos. Nessa perspectiva, o grande número de eventos que socializam as produções científicas sobre a Modelagem Matemática podem ser lidos, a partir de Foucault (2010b, p. 53), como práticas para fazer aparecer o dizer verdadeiro e de autenticá-lo. O filósofo assinala para a questão de que há necessidade de compreender sobre como, em que momento e a partir de quais condições dizer o verdadeiro pode autenticar a verdade. Ademais, nessa visão, o saber seria manifestado por meio de enunciados, os quais seriam aceitos, repetidos e transmitidos. Nessa ótica, um saber teria valor se fosse produzido, selecionado, organizado e sistematizado dentro das universidades, sendo visto, então, como científico e legitimado.

Qualquer coisa é dita. E talvez antes de procurarmos dizer o que é isso, isso que foi dito, que dizer, ou como, como é que isto foi dito, ou ainda, o que é que foi feito ao dizer isso, quando se disse isso, e na medida em que foi isso, isso, e não outra coisa, que se disse, antes de procurarmos descrever o sentido, o modo e a ação do que foi dito, talvez, antes de tudo isso, seja necessário responder a esta questão: por que é que foi dito isso, isso exatamente, isso e não outra coisa que teria dito, até, possível dizer? Responder à questão: o que é que tornou possível dizer isso? (CORDEIRO, 1995, p. 179).

Na perspectiva foucaultiana, pode-se assinalar que, ao falarmos sobre alguma coisa ou alguém, estaríamos empreendendo sempre um exercício de poder. Quem fala acaba por instituir formas de olhar para aquilo sobre o que fala. Portanto, pela linguagem seria produzido aquilo sobre o que falamos, de maneiras variadas, com significados que não são únicos; ao fazer isso, valorizamos ou excluímos alguns significados em relação a outros.

Nesse sentido, a linguagem e sua relação com a significação poderia ser expressa como aquela que não só representa a realidade, mas a produz. Foucault compreende os discursos como arranjos nos quais o poder estaria imbricado com a produção da verdade.

O tipo de análise que eu pratico não se ocupa do problema do sujeito falante, mas examina as diferentes maneiras pelas quais o discurso cumpre uma função dentro de um sistema estratégico onde o poder está implicado e pelo qual o poder funciona. O poder não está, pois, fora do discurso. O poder não é nem a fonte nem a origem do discurso. O poder é algo que funciona através do discurso, porque o discurso é, ele mesmo, um elemento em um dispositivo estratégico de relações de poder (FOUCAULT, 2006, p. 465).

Nessa linha argumentativa, seria possível inferir que aquilo que tomamos por evidente e certo seria o saber produzido que possuiria um lugar, uma marca. Logo, passível de ser criticado, transformado e até mesmo destruído. As formulações discursivas seriam constituídas a partir de regras alteradas, dependendo de quem fala, em que contexto e com que objetivos, pois acabariam por determinar a efetivação de práticas que colocariam o discurso em funcionamento, operando para a produção de determinados efeitos.

Esses materiais produzidos e que fazem referência ao uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar poderiam, segundo Foucault, serem chamados de textos prescritivos. Conforme o filósofo, estes seriam aqueles

textos que, seja qual for sua forma (discurso, diálogo, tratado, coletânea de preceitos, cartas, etc.), têm como objeto principal propor regras de conduta. [...] textos que pretendem estabelecer regras, dar opiniões, conselhos de como se conduzir de modo adequado: textos “práticos”, mas que são eles próprios objeto de “prática”, uma vez que exigem ser lidos, apreendidos, meditados, utilizados, postos à prova, e que visam a constituir finalmente o arcabouço da conduta cotidiana (FOUCAULT, 2010c, p. 200, grifos do autor).

De acordo com o excerto, o objetivo dos textos prescritivos seria propor regras de conduta, instituir práticas pedagógicas, transformar os sujeitos, fazendo com que suas ações sejam conduzidas a um determinado fim que sirva aos objetivos de certo grupo de pessoas. Tornar-se-ia factível, então, concluir que os trabalhos apresentados durante os eventos, os depoimentos dos pesquisadores, as falas de pessoas consideradas importantes na Educação Matemática, os enunciados postos em circulação seriam, na perspectiva foucaultiana, textos prescritivos, pois estariam fortalecendo o uso da Modelagem Matemática nas aulas de matemática. Nessa visão, a conduta dos professores e dos alunos estaria sendo modificada, pois após a leitura e análise dos textos socializados nos eventos e artigos científicos, muitos professores acabariam utilizando exemplos destes, em suas aulas de Matemática, modificando

sua prática pedagógica.

No próximo capítulo, descrevo o material de pesquisa escolhido, bem como os encaminhamentos metodológicos utilizados. Foi meu intento analisar o material com ferramentas advindas das teorizações foucaultianas, em particular, a análise do discurso.

3 OS CAMINHOS METODOLÓGICOS

Por mais que o discurso seja aparentemente bem pouca coisa, as interdições que o atingem revelam logo, rapidamente, sua ligação com o desejo e com o poder. Nisto não há nada de espantoso, visto que o discurso – como a psicanálise nos mostrou – não é simplesmente aquilo que manifesta (ou oculta) o desejo; é, também, aquilo que é o objeto do desejo; e visto que – isto a história não cessa de nos ensinar – o discurso não é simplesmente aquilo que traduz as lutas ou os sistemas de dominação, mas aquilo por que, pelo que se luta, o poder do qual nos queremos apoderar (FOUCAULT, 2004, p. 10).

Para Foucault, a produção do discurso é controlada, selecionada, organizada e redistribuída por um certo número de procedimentos. Os discursos estão sujeitos a procedimentos de exclusão, dos quais o mais evidente seria o da interdição, pois “sabe-se bem que não se pode falar de tudo em qualquer circunstância, que qualquer um, enfim, não pode falar de qualquer coisa” (Ibidem, p. 9). Nesse sentido, a produção de discursos não é espontânea, ela sofre interdição, uma vez que não temos o direito de dizer tudo o que queremos ou pensamos em qualquer circunstância ou lugar. Ao sujeito do discurso, é imposto um conjunto de regras que definem o que se pode ou não dizer. Para o filósofo, tabu do objeto, ritual da circunstância, direito privilegiado ou exclusivo do sujeito que fala são três tipos de interdições que se interligam, se “reforçam ou se compensam”, formando uma rede complexa que constantemente se modifica.

Na análise do discurso proposta por Foucault em *A ordem do discurso* (2004) não há preocupação em desvendar a universalidade de um sentido; ela questiona o jogo da rarefação imposta e a consideração de que o discurso apresentaria uma quantidade de significações prévias, cabendo a nós somente decifrá-las. O filósofo expõe que a significação do discurso não está no seu interior, escondida, esperando para ser encontrada. Analisar o “discurso seria, portanto, dar conta das relações históricas, das práticas vivas nos discursos, da sua relação com a exterioridade e com as condições de produção em que estão inseridos” (MESQUITA, 2008, p. 64).

Meu propósito inicial foi examinar os discursos sobre a Modelagem Matemática na(s)

forma(s) de vida escolar, em especial, na Educação Básica do Brasil. Não tive o interesse em contestar o que seria falso ou verdadeiro, mas apenas “remexer” em tais verdades recorrentes que circulam, particularmente, no âmbito da Educação Básica. Não me coube fazer julgamento a respeito da verdade, ou da suposta cientificidade, do erro ou do acerto dos discursos propostos. O que me dispus a realizar foi problematizar tais discursos, “fugindo de possíveis interpretações e julgamentos” (WESCHENFELDER, 2003, p. 71).

Foucault (2004) argumenta que não existe verdade fora do poder ou sem poder, sendo assim, é sempre construída e nunca inerente aos fatos e às coisas. Na perspectiva foucaultiana, ela funciona como uma lei que decide o que pode ser dito, o que pode ser feito, o que deve ser aceito. Porém, poder é muito mais que coerção ou obediência; é uma situação estratégica e complexa e não se exerce por um ponto único, mas de inúmeros deles. Não é nem fonte nem origem do discurso; mas sim funciona por meio deste. Um discurso, para se tornar predominante, seria construído da repetição dos enunciados que provocariam sua aceitação. Tais dizeres não estão à deriva no mundo ou à espera de serem desvelados; são produzidos e produzem esse mundo, que só tem sentido a partir dos ditos que funcionam como regimes de verdade.

Ainda, para o filósofo francês, toda sociedade tem seu regime de verdade constituído pelos discursos e práticas considerados válidos, pelos objetos que têm valor e pelas regras que determinam o que é aceito e o que tem valor. Esse regime de verdade é criado – nesse mundo – de forma circular, parte do poder e produz poder, conforma e regula os objetos e sujeitos sociais, contribui para sujeitar e controlar, mantendo e reforçando posições hegemônicas.

Nessa ótica, os regimes de verdade estariam sujeitos a transformações devido à mudança do tempo, das sociedades e das convenções. Foucault faz sua análise a partir dessas rupturas, que poderiam ser chamadas de descontinuidades, as quais significariam modificação nas regras de formação dos enunciados aceitos como cientificamente verdadeiros, pois “o que está em questão é o que rege os enunciados e a forma como esses se regem entre si para constituir um conjunto de proposições aceitáveis cientificamente e, conseqüentemente, susceptíveis de serem verificadas ou confirmadas por procedimentos científicos” (FOUCAULT, 1979, p. 4). De um modo geral, pode-se aludir que o filósofo se preocupa, por um lado, em buscar como, historicamente, são produzidos efeitos de verdade no interior de discursos que, em princípio, não são nem falsos nem verdadeiros, nem bons nem ruins, nem certos nem errados; por outro, há a preocupação em investigar como o sujeito se constitui a si mesmo por meio de práticas sociais que são jogos de verdade.

Em *A Arqueologia do Saber* (2002), Foucault assinala que os discursos são constituídos por “práticas que formam sistematicamente os objetos de que falam” (FOUCAULT, 2002, p. 55). Os discursos são feitos de signos; porém, o que fazem é mais do que usá-los para designar coisas. “É esse *mais* que os torna irredutíveis à língua e ao ato da fala. É esse “mais” que é preciso fazer aparecer e que é preciso descrever” (Ibidem, p. 55, grifos do autor). Interessada em fazer “aparecer esse 'mais'” ao qual o filósofo se refere, penso ser necessário compreender que a análise de enunciados “só pode se referir a coisas ditas, a frases que foram realmente pronunciadas ou escritas” (Ibidem, p.124). Nesta ótica, o discurso forma-se de enunciados e estes pertencem ao discurso. Como afirma Foucault (2002, p. 46), “chamaremos discurso um conjunto de enunciados, na medida em que se apoiem na mesma formação discursiva [...] é constituído de um número limitado de enunciados para os quais podemos definir um conjunto de condições de existência”.

Na obra anteriormente citada, Foucault também destaca a noção de enunciado que merece atenção especial nesta tese. Trata-se de um acontecimento que pode estar ligado a um gesto de escrita, a uma palavra, à materialidade de qualquer forma de registro, porém, aberto à repetição, à transformação, pois está ligado aos enunciados que o precedem e o seguem. Ao falar sobre enunciado, cita:

Chamaremos enunciado a modalidade de existência própria desse conjunto de signos: modalidade que lhe permite ser algo diferente de uma série de traços, algo diferente de uma sucessão de marcas em uma substância, algo diferente de um objeto qualquer fabricado por um ser humano; modalidade que lhe permite estar em relação com um domínio de objetos, prescrever uma posição definida a qualquer sujeito possível, estar situado entre outras *performances* verbais, estar dotado, enfim, de uma materialidade repetível (FOUCAULT, 2002, p. 121-122, grifos do autor).

Em *Nascimento da Biopolítica* (2008a), encontra-se uma nota de rodapé do filósofo sobre sua visão a respeito de enunciado: “Quanto à análise dos atos de linguagem, estou plenamente de acordo com suas observações. Errei ao dizer [na *Arqueologia do Saber*] que os enunciados não eram atos de linguagem, mas dizendo isso eu queria salientar que eu os considero de um prisma diferente do seu [referindo-se à posição de J. R. Searle]” (FOUCAULT, 2008a, p. 361-362). Logo, é possível afirmar que o enunciado também poderia ser considerado um ato de linguagem e, ao ter por características sua aceitação, repetição e transmissão disseminadas pelo meio social. Porém, é algo raro, conforme Veiga-Neto:

o enunciado é um tipo muito especial de um ato discursivo: ele se separa dos contextos locais e dos significados triviais do dia-a-dia, para constituir um

campo mais ou menos autônomo e raro de sentidos que devem, em seguida, ser aceitos e sancionados numa rede discursiva, segundo uma ordem – seja em função do seu conteúdo de verdade, seja em função daquele que praticou a enunciação, seja em função de uma instituição que o acolhe (2007, p. 94).

Nesse contexto, um enunciado poderia ser encontrado na transversalidade de frases, proposições e atos de linguagem, sendo sempre um acontecimento que nem a língua nem o sentido podem esgotar inteiramente. O enunciado está aberto à repetição e à transformação, relaciona-se a “uma função que cruza um domínio de estruturas e de unidades possíveis e que faz com que estas apareçam, com conteúdos concretos, no tempo e no espaço” (FOUCAULT, 2002, p. 99). Para o filósofo, não há enunciado que não esteja apoiado em um conjunto de signos, mas o que importa, nessa visão, é o fato de que sua função se caracteriza por quatro elementos básicos: um referente (princípio de diferenciação), um sujeito (no sentido de “posição” a ser ocupada), um campo associado (coexistir com outros enunciados) e uma materialidade – por tratar de coisas efetivamente ditas, escritas, gravadas em algum tipo de material, passíveis de repetição ou reprodução, ativadas por meio de técnicas, práticas e relações sociais. A materialidade é o elemento que situa o enunciado no tempo e no espaço.

O enunciado, na perspectiva foucaultiana, está ancorado em uma materialidade e necessita desta para se constituir. Portanto, o mesmo enunciado materializado em suportes diferentes poderia apresentar diferentes sentidos, o que significaria afirmar que enunciados não se repetem em materialidades diferentes. Entretanto, vale ressaltar que os mesmos podem ser repetidos, desde que em condições estritas, mas as enunciações jamais. “A enunciação é um acontecimento que não se repete; tem uma singularidade situada e datada que não se pode reduzir” (Ibidem, p. 114). Assim, podemos ter diferentes enunciações, mas enunciados iguais.

Nessa investigação, considere ainda a possibilidade de examinar os documentos como monumentos, conforme Foucault. Para promover a diferenciação entre os dois, busquei entendimento nas palavras do filósofo quando afirma:

O documento não é o feliz instrumento de uma história que seria em si mesma, e de pleno direito, memória; a história é, para uma sociedade, uma certa maneira de dar status e elaboração à massa documental de que ela não se separa. Digamos para resumir, que a história, em sua forma tradicional, se dispunha a “memorizar” os monumentos do passado, transformá-los em documentos e fazer falarem estes rastros que, por si mesmos, raramente são verbais, ou que dizem em silêncio coisa diversa do que dizem; em nossos dias, a história é o que transforma os documentos em monumentos e que desdobra, onde se decifravam rastros deixados pelos homens, onde se tentava reconhecer em profundidade o que tinham sido, uma massa de elementos isolados, agrupados, tornados pertinentes, inter-relacionados,

organizados em conjuntos (FOUCAULT, 2002, p. 8).

Seguindo as posições do filósofo, olhei para os documentos – teses e dissertações que fazem referência à Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar – como monumentos. O exercício que realizei esteve sustentado na postura que, ao “olhar” para o documento, pretendi “não interpretá-lo, não determinar se diz a verdade nem qual é seu valor expressivo” (Ibidem, p. 7). Não busquei encontrar nos textos uma suposta verdade, mas entender aquilo que hoje é naturalizado e dito como verdadeiro, “efeito de uma construção cujas regras devem ser conhecidas e cujas justificativas devem ser controladas” (Ibidem, p. 29). Partindo de uma leitura monumental, analisei os enunciados em sua exterioridade, percebendo quais as relações de poder que foram colocadas em funcionamento em relação ao interesse quando é utilizada a Modelagem Matemática na prática pedagógica, em especial, na Educação Básica. Veiga-Neto (2007) argumenta que, ao olharmos para os documentos como monumentos, o enunciado passa a ser lido pela exterioridade do texto. Nas palavras do autor

O que mais importa é estabelecer as relações entre os enunciados e o que eles descrevem, para, a partir daí, compreender a que poder(es) atendem tais enunciados, qual/quais poder(es) os enunciados ativam e colocam em circulação. O que importa para Foucault é ler o texto no seu volume e externalidade (monumental) e não na sua linearidade e internalidade (documental) (VEIGA-NETO, 2007, p. 104).

Nessa visão, não pretendi “tomar o texto por aquilo que o compõe por dentro” (Ibidem, p. 105), ou seja, não estive interessada em encontrar as causas ou efeitos do enunciado que busquei investigar, mas sim em “mapear o regime de verdade que o acolhe e que, ao mesmo tempo, sustenta, reforça, justifica e dá vida”.

O material de pesquisa examinado consistiu-se em um conjunto de teses e dissertações produzidas no período de 1987 (ano base do início dos trabalhos no Portal da CAPES) a 2009, em cursos de Pós-Graduação, disponíveis no mencionado portal. Optei por analisar teses e dissertações porque são investigações produzidas e avaliadas em cursos qualificados de Pós-Graduação do país e reconhecidos pelo Ministério de Educação e Cultura (MEC), além de serem pesquisas acadêmicas que apresentam resultados mais detalhados que artigos científicos.

Para iniciar as buscas, no início de 2010, utilizei, no primeiro momento, a expressão “Modelagem Matemática”, encontrando um total de 2306 trabalhos. Por considerar o número um tanto expressivo e como meu objetivo ficou restrito à Modelagem Matemática na(s)

forma(s) de vida escolar, refiz a minha pesquisa no portal, utilizando os seguintes termos: “Modelagem Matemática educação”, encontrados em 108 trabalhos; “Modelagem Matemática ensino”, em 162 teses e dissertações; “Modelagem Matemática aprendizagem”, em 112 trabalhos; “Modelagem Matemática ensino aprendizagem”, em 98.

Ao ler os títulos dos trabalhos presentes nos quatro descritores, observei que vários deles se repetiam. Optei, então, por fazer um levantamento de todos os títulos para verificar em quantos deles isso ocorria. Encontrei um total de 174 trabalhos acadêmicos diferentes. No quadro a seguir, apresento a ocorrência do número de trabalhos acadêmicos por ano.

<i>Ano</i>	<i>Teses</i>	<i>Dissertações – mestrado acadêmico</i>	<i>Dissertações – mestrado profissionalizante</i>	<i>Total</i>
1987	0	1	0	1
1988	0	0	0	0
1989	0	1	0	1
1990	0	2	0	2
1991	0	1	0	1
1992	1	2	0	3
1993	0	2	0	2
1994	0	0	0	0
1995	0	2	0	2
1996	0	0	0	0
1997	1	0	0	1
1998	1	1	0	2

1999	0	2	0	2
2000	1	5	0	6
2001	2	5	0	7
2002	3	10	0	13
2003	2	6	0	8
2004	1	9	1	11
2005	2	16	1	19
2006	1	8	3	12
2007	5	14	3	22
2008	4	15	6	25
2009	4	16	10	30
Total	28	122	24	174

Pelo quadro, verifica-se que, a partir de 2000, o número de dissertações cresceu consideravelmente a cada ano, o que não ocorreu com o número de teses. Pode-se destacar que o aumento no número de trabalhos acadêmicos seria em função da criação de cursos de Pós-Graduação que utilizavam a Modelagem Matemática no currículo dos cursos. Ademais, à medida que novas teses eram defendidas, surgiam novos orientadores, os quais “vincularam-se (ou possuíam vínculo) a instituições de ensino, que aderiram ou criaram linhas de pesquisa em Educação Matemática” (SILVEIRA, 2007, p. 23), orientando trabalhos nesse campo. Cabe destacar que os oriundos de mestrados profissionalizantes iniciaram apenas em 2004.

Considerando o universo de 174 teses e dissertações que versavam sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, iniciei a leitura dos resumos para verificar quantos

traziam como foco a Educação Básica⁹ (Ensino Fundamental ou Ensino Médio). Selecionei as investigações que faziam referência à Educação Básica para poder contribuir nas discussões que priorizo nas disciplinas que ministro, atualmente, no curso de Licenciatura em Ciências Exatas, em especial, nas Práticas de Ensino de Matemática, as quais têm como foco o referido nível de ensino. Como em vários momentos que ministrei as disciplinas mencionadas alunos questionavam que o uso da Modelagem Matemática seria produtivo para despertar o interesse dos alunos pela matemática escolar, propus-me a investigar o tema. Encontrei um total de 84 trabalhos, distribuídos conforme o quadro a seguir.

	<i>Ensino Fundamental</i>	<i>Ensino Médio</i>	<i>Total</i>
<i>Tese</i>	6	1	7
<i>Dissertação – mestrado acadêmico</i>	28	30	58
<i>Dissertação – mestrado profissionalizante</i>	7	12	19
<i>Total</i>	41	43	84

O quadro mostra que, no período considerado desta investigação – 1987 a 2009 –, existe um número quase igualitário quanto ao total de trabalhos que fazem referência ao Ensino Médio e ao Fundamental. Em relação ao número de teses, a predominância é pelo Ensino Fundamental, enquanto que, nas dissertações oriundas de mestrado profissionalizante, o enfoque é maior no Ensino Médio. Cabe expressar ainda que esses trabalhos realizados por professores/pesquisadores apresentam, em sua maioria, apenas relatos de práticas produzidas em espaços escolares utilizando a Modelagem Matemática. Com esse material, minha

⁹ Cabe destacar que a Educação Básica, mesmo que compreenda os anos de escolarização que se estendem desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, neste trabalho estará se referindo a teses e dissertações que investigam a Modelagem Matemática somente no Fundamental e Médio, tendo em vista que não encontrei trabalhos que relacionassem Educação Infantil e Modelagem Matemática.

primeira intenção foi olhar e verificar as enunciações que ali circulavam e diziam respeito à Modelagem Matemática no âmbito escolar. Em seguida, dediquei-me à busca dos trabalhos completos e realizei uma primeira leitura, haja vista os resumos serem muito sucintos e, em muitos casos, insuficientes para verificar possíveis contribuições para o trabalho que me propus a realizar.

A partir da leitura dos textos completos e com a intenção de responder à questão de pesquisa – *Que enunciações emergem em teses e dissertações brasileiras, do período de 1987 a 2009, sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular na Educação Básica?* –, iniciei um processo de classificação das enunciações, nomeando-as por categorias emergentes. Porém, tornou-se necessário, inicialmente, ler, reler, selecionar, organizar e constituir as relações entre as que emergiram do material de pesquisa e, posteriormente, submetê-las a um “rigoroso escrutínio” (BUJES, 2002, p. 90).

Assim, ao realizar a análise do material de pesquisa constituído de teses e dissertações que fazem referência à Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar na Educação Básica, observei as seguintes recorrências:

- Uso da Modelagem Matemática permite ensinar e aprender matemática de forma contextualizada.

Na perspectiva da Educação Matemática, vimos vários argumentos sobre o uso da Modelagem em aulas de Matemática. Mas para mim, o objetivo principal de se utilizar a Modelagem é para ensinar e aprender o conteúdo matemático de forma contextualizada, proporcionando ao aluno adquirir a compreensão/reflexão acerca das situações-problemas envolvidas, em conjunto com a aquisição de conhecimentos matemáticos. Por isso, obter um modelo matemático e seguir linearmente as etapas não é o mais importante e pode ser até dispensável. (SOUZA, 2007, p. 23) [grifos meus].

Trabalhando neste sistema de aplicação de Modelagem faz-se um trabalho interdisciplinar, ou seja, envolvem-se as diversas áreas do conhecimento, mostrando a abrangência das relações matemáticas com suas vivências diárias. Procurou-se, com isso, destacar também a importância de os conteúdos matemáticos serem bem desenvolvidos e entendidos na escola. (VIECILI, 2006, p. 49) [grifos meus].

Quando nos referimos à modelagem como método de ensino, isto não é diferente, porque, como mencionamos anteriormente, este método é baseado em situações concretas vivenciadas pelos educandos. Sendo assim, o tema pode ser trabalhado em conjunto com outras disciplinas, compreendendo os conceitos matemáticos vinculados a outros significados, facilitando o entendimento e proporcionando, assim, o trabalho inter ou transdisciplinar. (NORONHA, 2006, p. 93) [grifos meus].

O modelo permitiu que o aluno percebesse a relação da matemática escolar com outras áreas e contextos. Todas as questões colocadas e discutidas ao longo da proposta didática contribuíram para desencadear o estudo da matemática que o fundamenta. As atividades potencializaram a reflexão sobre a Matemática, sobre o processo de modelagem e também

sobre o seu significado social. Os alunos, ao final, passaram a valorizar mais a disciplina, perceberam que os modelos matemáticos auxiliam a compreender a realidade e o papel social desta ciência. (BARRETO, 2007, p. 157) [grifos meus].

Nesse sentido, as atividades de modelagem matemática possibilitaram avanços em relação ao **estabelecimento de relações tanto no campo da matemática como com os demais, trazendo significado para o aluno em consequência das conexões com diferentes formas matemáticas, outras áreas do conhecimento e situações do cotidiano**, constituindo-se numa maneira interessante de comunicar o conhecimento matemático, que geralmente perece no ato da comunicação. (DAMIN, 2004, p. 116) [grifos meus].

Percebeu-se que com o uso da Modelagem Matemática pode-se confirmar a integração dos problemas originados das expectativas, dúvidas e inquietações dos alunos teve resultados mais positivos do que as abordagens convencionais. **A compreensão dos fenômenos relacionados ao cotidiano possibilitou a construção de modelos que aliaram conhecimentos multidisciplinares com os conteúdos matemáticos ajudando-os na compreensão destes fenômenos de uma maneira crítica e integradora.** (ROCHA, 2009, p. 90) [grifos meus].

Os excertos assinalam que o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, ao partir de situações da realidade e do interesse do aluno, possibilitaria o ensino e a aprendizagem do *conteúdo matemático de forma contextualizada*. Portanto, seria proporcionado ao aluno adquirir a *compreensão/reflexão acerca das situações-problemas envolvidas*, bem como estabelecer conexões da matemática com *outras áreas do conhecimento e situações do cotidiano*. Dessa forma, a compreensão dos fenômenos relacionados ao cotidiano levaria a elaboração de modelos que aliassem *conhecimentos multidisciplinares com os conteúdos matemáticos, ajudando-os na compreensão dos fenômenos de uma maneira crítica e integradora*.

- Uso da Modelagem Matemática desenvolve a criticidade e a responsabilidade do aluno.

Todos esses fatores mostraram a Modelagem Matemática como um processo rico e criativo, que deve ser valorizado pelos múltiplos aspectos favorecidos por esta prática. Podem-se enumerar os diversos benefícios de se trabalhar a mesma, aliada às demais disciplinas do curso, num processo interdisciplinar: **motivação dos alunos e do próprio professor; facilitação da aprendizagem - o conteúdo matemático passou a ter significação, deixando de ser abstrato e passou a ser concreto; desenvolvimento da criticidade - o aluno, enquanto profissional, vê-se como um cidadão crítico e transformador de sua realidade.** (IARONKA, 2008, p. 96) [grifos meus].

Observamos que o uso da Modelagem Matemática no ensino pode **estimular a responsabilidade e a troca de opiniões entre os alunos, apresentar ao aluno a importância da Matemática em sua vida acadêmica, profissional e social, desenvolver o pensamento crítico, a atitude de investigação, a capacidade de abstração, generalização e criatividade.** Além disto, observamos que a Modelagem Matemática oportuniza os alunos a reinventarem ou reconstruírem idéias e conceitos matemáticos

quando são desafiados a resolver problemas da realidade. (FERRUZZI, 2003, p. 128) [grifos meus].

O essencial, na Modelagem empregada na educação, é o processo realizado pelo aluno para chegar à solução de um problema, além da análise crítica dos resultados alcançados. Dessa forma, ele se prepara para participar, como elemento ativo, na sociedade em que vive. (OLIVEIRA, 2004, p. 40) [grifos meus].

Por se tratar de um ambiente onde os seus membros (colaboradores) situam-se no centro do processo e, portanto, possuem a mesma responsabilidade sobre ele, a colaboração entre estes e para com o ambiente constituído passa a ser uma característica relevante da Modelagem. Neste sentido, quando a Modelagem é desenvolvida em sala de aula, semeia nos alunos o instinto de colaboração, possibilitando que eles atuem com habilidades diversificadas talvez não reveladas em outro ambiente de aprendizagem. Dessa forma, podemos inferir que a Modelagem promove estudantes imbuídos de instinto colaborativo, o que também contribui para a preparação de indivíduos críticos e reflexivos. (ANDRADE, 2008, p. 136) [grifos meus].

Nesse sentido, sem desprezar outras medidas necessárias, o uso da Modelagem por sua vez, pode contribuir para a consolidação de uma postura pró ativa dos alunos, presente nas propostas oficiais dos ciclos, em virtude de que seu uso possui a fertilidade de suscitar nos alunos, a criticidade, a reflexão, a criatividade, a problematização de assuntos não matemáticos. (SOUZA, 2007, p. 99) [grifos meus].

Os fragmentos acima assinalam que o uso da Modelagem Matemática na escola *pode estimular a responsabilidade e a troca de opiniões entre os alunos, além de desenvolver o pensamento crítico, a atitude de investigação, a capacidade de abstração, generalização e criatividade.* Observa-se nos excertos que o importante na Modelagem Matemática seria o processo efetuado pelos estudantes *para chegar à solução de um problema, além da análise crítica dos resultados alcançados.* A Modelagem, ao ser desenvolvida em sala de aula, possibilitaria ao estudante atuar de acordo *com suas habilidades diversificadas*, o que poderia promover o *instinto colaborativo, preparação de indivíduos críticos e reflexivos*, para que estes se tornem *elemento ativo, na sociedade em que vivem.*

- Uso da Modelagem Matemática desperta o interesse do aluno pela matemática.

Concluo este trabalho enfatizando que Modelagem Matemática é uma maneira de expressar situações-problemas através da linguagem matemática de uma forma criativa e empolgante, por isso ela é capaz de aproximar uma outra área do conhecimento da Matemática, despertar o interesse pela Matemática frente a sua aplicabilidade, estimular a criatividade, desenvolver a habilidade para resolver problemas, aplicar o conteúdo matemático, além de incentivar a pesquisa. Como processo de ensino-aprendizagem, é importante, pois podemos ilustrar as várias maneiras de a Matemática ser útil, já que sua essência encontra-se em suas aplicações. (SIMIONI, 2005, p. 90-91) [grifos meus].

Através da realização da presente pesquisa, percebeu-se que o gosto pela Matemática se desenvolve com maior facilidade quando movido pelo interesse, o que foi possível verificar ao tratar assuntos reais em sala de aula. Assim, os conteúdos matemáticos apresentaram-se como instrumentos aplicáveis ao uso cotidiano, mostrando a aplicabilidade da Matemática em situações relacionadas à realidade. (TASCH, 2006, p. 148)

[grifos meus].

*As atividades de modelagem Matemática quando desenvolvidas em sala, proporcionam a construção de conceitos com sentido, porque, partindo de problemas reais que conferem utilidade à matemática já aprendida, e, significado, porque estarão relacionando a linguagem simbólica própria da matemática com a linguagem textual de uma situação real problematizada, a partir da forma como são colocadas às situações e das interações entre os alunos de cada grupo e entre os grupos. **A forma como as atividades mediadas pela Modelagem Matemática são trabalhadas, desperta no aluno uma autonomia em relação ao saber, ou seja, desperta nos alunos o interesse por tópicos matemáticos, ou em outras áreas do conhecimento, que ele ainda desconhece, pois ele percebe que é capaz de sair em busca da construção de seu próprio conhecimento.** (MACHADO JÚNIOR, 2005, p. 100) [grifos meus].*

*Acrescento que na educação básica, podemos chegar ou não a um modelo. **O importante é fazer o aluno se “aproximar” da Matemática, aprendendo técnicas para manipular dados, interpretar e re-interpretar dados, estabelecer uma rotina heurística (arte de inventar, de fazer descobertas), desenvolver a curiosidade, ser apoio a experimentar e investigar qualquer problema proposto, enfim, criar atitudes positivas à disciplina, perder a repugnância e o medo da Matemática.** (KFOURI, 2008, p. 114) [grifos meus].*

Conforme os fragmentos, pode-se inferir que o uso da Modelagem Matemática *desperta o interesse e o gosto do aluno pela matemática*, pois, como ele parte de situações de seu dia a dia, percebe que *os conteúdos matemáticos apresentam-se como instrumentos aplicáveis ao cotidiano, mostrando a aplicabilidade da Matemática em situações relacionadas à realidade*. Ademais, a forma como as atividades de Modelagem Matemática são trabalhadas – por meio do interesse e de investigações do próprio educando – despertaria no educando *autonomia em relação ao saber, ou seja, desperta nos alunos o interesse por tópicos matemáticos, ou por outras áreas do conhecimento, que ele ainda desconhece*.

- A Modelagem Matemática utiliza temas da realidade do aluno.

*Esses problemas partem do interesse do próprio aluno e os conteúdos matemáticos abordados são gerados a partir do tema a ser **problematizado**. A busca de uma solução é feita por meio de um Modelo Matemático, que representa aquela situação, e uma conseqüente validação, que envolve a verificação da solução encontrada. Dessa forma, a Modelagem leva à aquisição de conhecimentos matemáticos e a sua conseqüente aplicação, o que não acontece no ensino “tradicional” em que o aluno não sabe onde aplicar os conhecimentos adquiridos e, por vezes, nem mesmo o próprio professor. (MACHADO, 2006, p. 20) [grifos meus].*

*Portanto, nada mais correto e conveniente do que a utilização da Modelagem Matemática nas aulas de Matemática, como motivação para introduzir novos conceitos e/ou aplicar conhecimentos adquirido anteriormente. **Quando trabalhamos com a Modelagem como estratégia de ensino aprendizagem, para desencadear o processo, utilizamos um tema, algum problema significativo, de interesse pessoal ou mesmo o questionamento de alguma situação da realidade, cujo objetivo é motivar os alunos para a aprendizagem.** Portanto, a Modelagem como ferramenta de ensino caminha em sentido contrário a tendência formalista da Matemática pura que trata de axiomas, definições e teoremas que se*

encaixam sem nenhuma preocupação com a utilização dos seus conhecimentos. (SIMIONI, 2005, p. 92) [grifos meus].

[...] compreendemos que a Modelagem, na educação básica, possa gerar um ambiente para ensinar e aprender Matemática partindo da escolha de um tema que pode dar-se por interesse, curiosidade ou a partir de situações-problema com referência na realidade e de outras áreas do conhecimento. (SMITH, 2008, p. 46) [grifos meus].

As atividades de modelagem a partir de elementos do cotidiano, como uma fatura mensal de água, o número de alunos matriculados em uma escola e os outros temas estudados pelos alunos, possibilitaram estudar conceitos matemáticos e ao mesmo tempo aspectos da realidade problematizada, incentivando a análise e a reflexão. (DAMIN, 2004, p. 115) [grifos meus].

Por outro lado, justifica-se a adoção da Modelagem Matemática por se constituir numa possibilidade de desenvolver conteúdos matemáticos através da compreensão de um tema com referência na realidade, atendendo à necessidade de dispor, aos alunos, atividades que relacionem o cotidiano e que contribuam para sua formação para a vida e para o trabalho. (TASCH, 2006, p. 36) [grifos meus].

A Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar tem como ponto de partida a escolha de um tema que pode dar-se por interesse, curiosidade ou a partir de situações-problema com referência na realidade do aluno. Por isso, os conteúdos matemáticos seriam gerados a partir do tema a ser problematizado. Os excertos acima evidenciam que ao usar a Modelagem Matemática possibilitar-se-ia motivar os alunos para a aprendizagem, bem como contribuir para sua formação para a vida e para o trabalho.

- Na Modelagem Matemática, o trabalho é desenvolvido em pequenos grupos.

O trabalho desenvolvido com Modelagem Matemática geralmente é realizado em pequenas equipes ou grupos de alunos, que constituem comunidades. Este tipo de atividade pode proporcionar o desenvolvimento do senso de responsabilidade, como também a auto estima, a cooperação e a criticidade sobre as suas atitudes e opiniões (e dos companheiros). Deste modo, participar de uma comunidade, seja ela uma grande comunidade ou um pequeno grupo de trabalho, pode ser importante e útil para o aluno. Nestas comunidades são valorizadas qualidades sociais, tais como capacidade de negociar, de comunicar-se na linguagem do grupo, de partilhar responsabilidades e de trabalhar em equipe. (FERRUZZI, 2003, p. 45) [grifos meus].

Após a fase exploratória, os grupos voltaram a discutir os dados obtidos, os aspectos que mais despertaram o interesse do grupo para a formulação do problema, dos problemas ou definição dos interesses. O trabalho em grupo propicia uma discussão mais rica, e os aspectos são discutidos de uma forma mais ampla, favorecidos que são pelas diferentes opiniões a respeito do mesmo assunto. (BURAK, 1992, p. 183) [grifos meus].

A socialização das ações, dos conteúdos e da resolução dos problemas favorecem a participação, as trocas de idéias e a iniciativa. O trabalho em pequenos grupos desenvolve o espírito de equipe, o respeito entre cada membro do grupo e as interações entre o grupo e os demais grupos, favorece as discussões, análise crítica e a reflexão. Promovem no âmbito da sala de aula um ambiente com discussões, trocas de idéias e

reflexões que favorecem a aprendizagem. Esses aspectos geralmente estão ausentes no ambiente de sala de aula quando se ensina na forma usual. (ABDANUR, 2006, p. 139) [grifos meus].

Portanto a Modelagem Matemática pode ser entendida como uma estratégia de ensino e aprendizagem, que vem somar no ensino, pois proporciona ao professor situações de aprendizagem que se difere do ensino tradicional, nas quais **o aluno interage ativamente com outros alunos da classe, pois uma grande parte das atividades é realizada em grupos**, e interagem ativamente com o professor, que valoriza os conhecimentos já trazidos pelos alunos, e com isso estes alunos se sentem mais motivados a participar e desenvolver as atividades designadas pelo professor. (BATISTA, 2009, p. 33) [grifos meus].

Trabalhar com Modelagem implica em um trabalho coletivo. Por meio da nossa investigação evidenciamos que trabalhar em grupos foi uma experiência positiva para os estudantes. Constatamos que ao trabalhar coletivamente o aluno consegue de forma mais natural transmitir seus conhecimentos e suas experiências prévias a outros indivíduos e analogamente receber conhecimentos e experiências desses. Assim, existe uma interação entre os membros no sentido de oferecer e receber conhecimentos, ou seja, existe a facilitação do compartilhamento de saberes. Verificamos também que alguns alunos possuem receio em comunicar-se com o professor talvez por ter em mente a figura do professor como superior, e ao trabalhar com a Modelagem essa imagem vai se desfazendo e o aluno se habitua a constituir diálogos e discussões também com o professor. **Inferimos, portanto, que a Modelagem possibilita a socialização dos indivíduos por meio da Matemática e o favorecimento da coletividade.** (ANDRADE, 2008, p. 125) [grifos meus].

Durante o desenvolvimento de uma atividade envolvendo Modelagem Matemática, conforme expresso nos excertos acima, o educando seria incentivado a *trabalhar em grupo*, o que possibilitaria a *troca de opiniões entre os alunos*. Esse tipo de atividade desenvolveria o *espírito de equipe, o senso de responsabilidade, a cooperação, o respeito entre cada membro do grupo e as interações entre o grupo e os demais grupos, favorecendo as discussões, análise crítica e a reflexão*. Aliados a isso, é possível inferir que, como as atividades são realizadas em pequenos grupos, os alunos se sentiriam mais confiantes em expor suas ideias e, por isso, além de interagir com os colegas, *habituar-se-iam a constituir diálogos e discussões também com o professor*.

- Na Modelagem Matemática, o aluno é corresponsável pela aprendizagem.

No ensino por Modelagem exigem-se outras atitudes do aluno em sala de aula. Ele passa a ser o centro do processo de ensino-aprendizagem, pois é responsável pelos resultados obtidos e pela dinâmica do processo. Em contrapartida, conta com uma certa liberdade para resolver os problemas que lhe são propostos, a ênfase na avaliação é colocada no processo de obtenção do modelo, que no mínimo pode estar incoerente ou inconsistente, levando-se em conta a realidade que representa, mas que, o próprio aluno, dentro do processo de Modelagem, tem condições de testar e otimizar, refazendo seu trabalho, elevando seu nível de aprendizagem e conseqüente nota. (CHAVES, 2005, p. 131) [grifos meus].

A Modelagem Matemática possibilita um ganho na aprendizagem quando trabalhada com temas de interesse e significado para o aluno, no qual o conteúdo não é dissociado da realidade. **A adoção desta metodologia de**

ensino é um meio que propicia ao aluno atingir melhor desempenho, tornando-o um dos principais agentes de mudanças. (ABDANUR, 2006, p. 91) [grifos meus].

É uma prática educativa [referindo-se à Modelagem Matemática] na qual a aprendizagem se faz através do desenvolvimento autônomo. Em sua ação, procura a elevação da consciência de si mesmo, visa à auto-realização. Os alunos são considerados ativos e esta prática se desenvolve centrada neles. (BURAK, 1987, p. 50) [grifos meus].

A realização do trabalho incentivou os alunos a pensarem de forma independente, onde educando e educador criaram novos ambientes de aprendizagens, oportunizando momentos de trocas de experiências e despertando no aluno uma atitude de investigação e questionamentos. O importante deste projeto de investigação foi desenvolver um ensino não centrado somente no professor e sim um processo colaborativo, onde docente e discente permitem ser aprendizes. (VARGAS, 2006, p. 58) [grifos meus].

Consideramos que o aluno é a parte central da construção de seu conhecimento, cabendo a ele, por intermédio de uma participação ativa, fazer as ligações entre os conteúdos matemáticos em estudo e as situações nas quais ele, eventualmente, depara-se em sua vida diária. A função do professor é orientar e conduzir os processos de aprendizagem. (PIRES, 2009, p. 72) [grifos meus].

Nas atividades envolvendo Modelagem Matemática, o *aluno é o centro do aprendizado*; o professor é apenas *o mediador, o orientador do trabalho*. Nesta prática pedagógica, o aluno é *considerado ativo, responsável pelos resultados obtidos e pela dinâmica do processo*.

- O professor, ao usar Modelagem Matemática, sente-se inseguro.

O uso da Modelagem permitiu a realização de atividades de natureza diversa que modificou a rotina da sala de aula. Trabalhar com questões interdisciplinares pode colocar o professor frente a situações não programadas e, ao decidir-se trabalhar de forma interdisciplinar, ele precisa pesquisar para aprender sobre outras áreas, perceber as ligações entre a Matemática e as demais ciências ou questões da sociedade e se sentir seguro para discutir essas questões em sala de aula. (ROCHA, 2009, p. 91) [grifos meus].

Num ambiente de aprendizagem com Modelagem Matemática, a situação do professor é de um mediador, orientador do trabalho e, o que consideramos de mais relevância, de aprendiz. Nesse ambiente, o professor não sabe tudo, ele também aprenderá e crescerá a cada trabalho proposto. Essa é uma situação em que o docente terá de aprender a lidar, a insegurança de não ter o controle em suas mãos; é importante estar aberto e valorizar os conhecimentos dos alunos, pois é nessa interação que se dará a aprendizagem. (MACHADO, 2006, p. 22) [grifos meus].

[...] houve momentos em que estive apreensiva com o assunto que seria trabalhado, mas no decorrer das atividades os conteúdos iam surgindo e eram trabalhados naturalmente, percebendo que não havia necessidade e nem preocupação em ter uma sequência de temas pré-estabelecidos, pois com esta nova metodologia de ensino [referindo-se à Modelagem Matemática], tem-se a oportunidade de integrar os conteúdos e atender ao planejamento. (ABDANUR, 2006, p. 86) [grifos meus].

Na Modelagem Matemática, não existe uma *sequência de temas pré-estabelecidos*, pois estes surgem conforme o interesse do aluno, e, portanto, os *conteúdos matemáticos* são gerados a partir do tema problematizado pelo grupo envolvido. Nesse contexto, o professor, muitas vezes, sente-se inseguro, pois *não sabe tudo, ele também aprenderá e crescerá a cada trabalho proposto*. Caberia ao professor, segundo os excertos acima, *estar aberto e valorizar os conhecimentos dos alunos, pois é nessa interação que se dará a aprendizagem*.

Por meio da análise das recorrências acima, percebe-se a possibilidade do estudo de vários temas de pesquisa, dentre os quais: criticidade, trabalho em grupo, insegurança dos professores, alunos e professores responsáveis pela aprendizagem, utilidade da Matemática, importância do conteúdo. Entretanto, pela análise efetivada sobre o material de pesquisa, observei que a maioria das investigações que utiliza a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar indica a presença das expressões *realidade e interesse*. Nesse contexto, o uso da Modelagem Matemática possibilita ensinar e aprender a matemática escolar, partindo da escolha de um tema que se daria *por interesse*, curiosidade ou afinidade, bem como a partir de situações-problema com *referência na realidade* do aluno. Este, ao utilizar a Modelagem Matemática, envolver-se-ia com a situação real estudada, procurando entendê-la e agir como um investigador da situação em estudo.

Nessa ótica, utilizando situações do cotidiano nas aulas, poder-se-ia entender a importância da matemática escolar no dia a dia, o que seria produtivo para *ampliar o conhecimento matemático*. Assim, as finalidades do uso dessa metodologia seriam *organizar o modo de pensar e agir matematicamente, despertar o interesse, a curiosidade e relacionar a teoria à prática*. De acordo com os excertos, as atividades de Modelagem Matemática, quando desenvolvidas na(s) forma(s) de vida escolar, *proporcionam a construção de conceitos com sentido*, pois partem de problemas reais que possibilitam ao aluno perceber a utilidade e o significado de tópicos matemáticos aprendidos ou aqueles que ainda desconhece.

Em relação ao uso das expressões realidade e interesse, Araújo (2007), Silveira e Caldeira (2007) argumentam que, apesar da diversidade de entendimentos em relação ao tema Modelagem Matemática, um dos consensos dos trabalhos de pesquisa é o uso da realidade.

uma das idéias consensuais é que a Modelagem Matemática está diretamente relacionada com a realidade. Dessa forma, esse é o primeiro consenso: para fazer Modelagem Matemática, necessariamente, devemos ter em mente que a matemática usada para construir modelos deve ser no sentido de entender e compreender a realidade. Mas a realidade de quem? Do professor ou do aluno? (SILVEIRA, CALDEIRA, 2007, p. 3).

Apesar da diversidade constatada, em comum, as diferentes perspectivas de Modelagem Matemática têm por objetivo a resolução de algum problema da realidade, por meio do uso de teorias e conceitos matemáticos. As diferenças se apresentam à medida que se define qual o objetivo de resolver tal problema, qual é a realidade na qual o problema está inserido, como a matemática é concebida e se relaciona com essa realidade...(ARAÚJO, 2007, p. 18).

Entretanto, neste trabalho, não discuti questões referentes à “realidade”, pois isso foi efetivado na tese *A “realidade” nas tramas discursivas da Educação Matemática Escolar*, defendida, em 2009, por Cláudia Glavam Duarte. A pesquisadora teve por objetivo “problematizar um enunciado “naturalizado” no campo educacional, especialmente na matemática escolar, que afirma a importância de se trabalhar com a “realidade” do aluno” (DUARTE, 2009, p. 172-173). A autora serviu-se das teorizações de Michel Foucault, do segundo Wittgenstein e de John Dewey, além de ter realizado uma “digressão” aos séculos XVII e XVIII, utilizando as obras de Comenius, Ratke e Rousseau. Durante o trabalho, demonstrou que aproximar a “realidade” e a escola era uma preocupação desde o século XVII até a contemporaneidade.

O mundo, através de sua materialidade – as coisas – funcionaria como uma base física, imóvel cuja essência seria expressa pela linguagem. Para conhecer, seria preciso aproximar do aluno tais coisas, a “realidade” sensível, para que ele, através dos sentidos, pudesse experimentar o ato de pensar. Além disso, seria preciso trabalhar com conteúdos que tivessem utilidade, que seria dada pela “realidade”, pelo entorno escolar (DUARTE, 2009, p. 173).

A autora, ao efetivar sua análise sobre o material de pesquisa – anais dos Encontros Nacionais de Educação Matemática dos anos de 2001, 2004 e 2007, anais dos Congressos Brasileiros de Etnomatemática dos anos de 2000, 2004 e 2008 e Revista de Ensino –, encontrou dois “entrelaçamentos enunciativos”: trabalhar com a “realidade” possibilita dar significado aos conteúdos matemáticos, suscitando o interesse dos alunos por sua aprendizagem; e, trabalhar com a “realidade” é importante por suas implicações sociais.

Quanto ao primeiro entrelaçamento, Duarte (2009) argumenta que a ideia de trazer a “realidade” do aluno seria um meio de dar significado aos conteúdos desenvolvidos no currículo escolar, o que suscitaria o interesse dos educandos em aprender Matemática. A autora mostra que, nos excertos extraídos das Revistas de Ensino do início do século XX, é indicada a preocupação “em dar visibilidade aos usos, no cotidiano extra escolar, dos conteúdos trabalhados na escola” (DUARTE, 2009, p. 146). Neste contexto, seria necessário

“buscar a correspondência do conteúdo ensinado com sua “aparição” na “realidade, que funcionava como um “pano de fundo” subordinado à primazia dos conteúdos escolares “(Ibidem, grifos da autora). Na contemporaneidade, ela argumenta que “trabalhar com a “realidade” do estudante seria um meio de “dar significado” aos conteúdos desenvolvidos no currículo escolar o que suscitaria seu interesse pela escola, e especificamente por aprender matemática” (Ibidem, p. 153, grifos da autora).

Quanto ao segundo entrelaçamento – trabalhar com a “realidade” é importante por suas implicações sociais –, Duarte (2009) explicita que essas implicações foram efetivadas nos materiais analisados de forma diferente. Na contemporaneidade – análise feita dos excertos extraídos dos ENEM's e CBEm's –, o enunciado estaria vinculado ao paradigma educacional crítico. Nesse contexto, para a autora, “a realidade” serviria para que os estudantes assumissem “consciência crítica” e, por meio desta, transformar o mundo. Portanto, às aulas de Matemática, caberia a função de “trazer a “realidade” para, servindo-se do conhecimento matemático escolar, escrutiná-la. Exercitando a crítica, os alunos seriam capazes de contribuir para com a transformação da “realidade” (DUARTE, 2009, p. 175, grifos da autora). Em meados do século XX, esse entrelaçamento enunciativo, como expresso pela pesquisadora, assumiria outra conotação.

As implicações sociais não estariam mais vinculadas à transformação da “realidade”, mas sim à manutenção e estabilidade da ordem social. Conjecturei que um dos acontecimentos que implicaram na emergência dessa posição foi o êxodo rural que havia se intensificado no estado do Rio Grande do Sul, naquele período e a importância social de sua contenção. A contribuição da escola para que isso ocorresse consistiria em valorizar a “realidade” rural (DUARTE, 2009, p. 175, grifos da autora).

A breve descrição acima, retirada do trabalho de Duarte, indica a aproximação desta tese com o discutido pela autora (DUARTE, 2009) em relação ao primeiro entrelaçamento – trabalhar com a “realidade” possibilita dar significado aos conteúdos matemáticos, suscitando o interesse dos alunos por sua aprendizagem. Mais especificamente, o foco de minha análise centra-se na questão do interesse. Como o interesse está implicado teoricamente? De que forma o interesse emerge nas teses e dissertações que versam sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar?

Ao analisar os excertos anteriores, que foram extraídos do material de pesquisa, observa-se que o interesse é citado constantemente por pesquisadores do campo da Modelagem Matemática, conforme visualizado nos seguintes fragmentos: *ao trabalhar com*

*Modelagem Matemática, há maior interesse do(s) grupo(s); são escolhidos temas de interesse e significado para o aluno; não existe o desinteresse, pois o aluno trabalhará com alegria, entusiasmo e perseverança; desperta nos alunos o interesse por tópicos matemáticos; ativa o interesse de alunos não interessados pelas aulas. Aliado a isso, o interesse, ou melhor, a falta de interesse de alunos sempre aparece em discussões quando são problematizadas questões referentes ao ensino e à aprendizagem da matemática escolar em encontros de formação de professores ou em disciplinas metodológicas que ministro no curso de Licenciatura em Ciências Exatas. Após o primeiro escrutínio do material de pesquisa, escolhi realizar um estudo mais detalhado a respeito do interesse, ou seja, examinar os enunciados sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em especial, no que tange à noção de interesse. Reorganizei a questão de pesquisa, redirecionando-a ao interesse: *Que enunciados emergem sobre o interesse nas teses e dissertações que utilizam a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, na Educação Básica?**

A discussão realizada até aqui teve como propósito delinear minha trajetória de pesquisa que produziu deslocamentos quanto ao foco e ao objetivo da investigação. Portanto, meu objetivo inicial, que era examinar os discursos sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, passou a ter um direcionamento focado ao interesse. No próximo capítulo, apresento estudos efetivados de alguns pesquisadores – John Dewey, Edouard Claparède, Johann Herbart, Ovide Decroly – sobre a noção de interesse.

4 A NOÇÃO DE INTERESSE EM HERBART, DEWEY, DECROLY E CLAPARÈDE

Uma teoria é como uma caixa de ferramentas. Nada tem a ver com o significante... É preciso que sirva, é preciso que funcione. E não para si mesma. Se não há pessoas para utilizá-la, a começar pelo próprio teórico que deixa então de ser teórico, é que ela não vale nada ou que o momento ainda não chegou. Não se refaz uma teoria, fazem-se outras; há outras a serem feitas (FOUCAULT, 1979, p. 71).

Após o estudo sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar apresentada no segundo capítulo, a realização de leituras preliminares de teses e dissertações e o redirecionamento dado ao foco de minha pesquisa, dediquei-me a estudar autores que tratam do interesse na sua relação com a educação. Encontrei, inicialmente, algumas ideias nas obras de Dewey¹⁰, mais especificamente em “Democracia e Educação” (1959) e “Vida e Educação” (1978). Neste segundo livro, o autor argumenta que o aluno, estando interessado em algumas situações ou ideias, empregaria todos seus esforços e energias para compreendê-los e assimilá-los. Assim, o termo interesse

[...] parece significar, na raiz profunda de sua idéia, estarmos empenhados, fascinados, completamente absorvidos em alguma coisa, por causa do seu mérito para nós. A própria etimologia do termo interesse, “estar entre”, não diz outra coisa. Interesse marca a completa supressão de distância entre a pessoa e a matéria e resultados de sua ação: é a união orgânica da pessoa e do objeto (DEWEY, 1978, p. 71).

Portanto, ao interesse estariam ligados três aspectos: o dinâmico, o objetivo e o pessoal. Quanto ao primeiro, Dewey, argumenta que o “interesse não é simplesmente um sentimento inerte ou passivo, mas alguma coisa de motriz, de dinâmico” (Ibidem). O autor (1978) exemplifica essa questão utilizando a lenda *O asno de Buridan*, que é a história de um

¹⁰ John Dewey é filósofo norte-americano que viveu de 1859 a 1952. Além de filósofo, foi psicólogo e educador e considerava haver uma relação “íntima e necessária entre os processos de nossa experiência real e a educação” (DEWEY, 1978, p. 45). Duarte (2009) discute em profundidade as posições deweyanas.

asno que estava colocado à mesma distância de dois feixes de capim. Na narrativa, o animal não se movia, pois não poderia racionalmente escolher entre eles. O autor argumenta que, se houver interesse, existe uma movimentação em busca de algo, que não é possível ficar parado como *o asno de Buridan* supostamente ficara na lenda.

Nessa perspectiva, quando há interesse, todo organismo vivo está sempre caminhando para alguma direção e não é passivo; existe sempre uma atividade que possui uma tendência ou direção própria. Dewey expressa ainda que o interesse como impulso não é algo que se espera que acorde e seja excitado de fora. Portanto, quando há esse impulso e se “estamos acordados, estamos mais interessados numa direção do que em outra” (DEWEY, 1978, p. 72).

Em relação ao aspecto objetivo, o autor expõe que os interesses “são sempre concretizados em alguma coisa, não se confundindo com simples sentimentos” (Ibidem, p.71), ou seja, o interesse estaria intimamente ligado a um objeto, que varia de acordo com os interesses em questão. Cita como exemplo o caso de um pintor que está interessado em seus pincéis, suas cores, suas técnicas com o propósito de criar um quadro. Caso seu objetivo fosse retirado, o que antes seriam coisas de seu interesse, elas se transformariam em algo “vazio e inútil”.

Em terceiro lugar – segundo Dewey –, existe o aspecto pessoal, ou seja, estamos intimamente ligados a alguma coisa que seja importante para nós. Na visão deweyana, o interesse estaria relacionado à valoração de um objeto, que teria seus aspectos objetivos e subjetivos. O objetivo seria aquele que se pensa na coisa que se diz ter valor como ideias e objetos. O subjetivo seria evidenciado ao focarmos a apreciação do valor e, neste caso, envolveria o lado emocional ou pessoal, pois o “eu toma parte em sua expressão” (DEWEY, 1978, p. 73). Nesse sentido, o interesse era concebido como “uma atividade em marcha dentro de cada um de nós, a fim de atingir um objeto, no seu julgamento de valor” (Ibidem, p. 73).

Em sua obra escrita no início do século XX, Dewey (1978) assume a existência do *interesse direto ou imediato* e o *interesse indireto ou mediato*. O *interesse direto* seria aquele que, ocorrendo a experiência, esta seria suficiente por si mesma, ou seja, a atividade em si seria um fim¹¹ e não um meio. Como exemplo, cita uma criança jogando bola, ou um artista ouvindo sinfonia, pois, para ambos “toda a sua alma está ali, embebida na atividade presente, pelo que é e vale como presente” (Ibidem, p. 74). Por sua vez, o *interesse indireto ou mediato*

¹¹ Para Dewey, o *fim* “não é mais do que a última fase, o período terminal de uma atividade”; enquanto que os *meios* são “as primeiras fases ou as fases que se têm de atravessar para que a atividade chegue ao seu termo final” (1978, p. 77).

aconteceria quando se descobre que determinadas coisas que, inicialmente eram indiferentes ou até repulsivas, tornam-se interessantes. Isso acontece porque se descobrem as relações e ligações existentes entre autor e objeto. Para exemplificar, menciona os estudantes que detestam a Matemática, mas, ao perceberem a ligação com qualquer atividade prática em que o cálculo matemático é indispensável, sentem atração por essa área.

Além disso, Dewey argumenta que não há “limite rígido e intransponível” entre esses dois tipos de interesse, pois, na medida em que uma atividade se torna mais complexa, começa a envolver maior número de fatores, necessitando o aluno descobrir as relações existentes entre os mesmos. Ademais, nessa visão, o interesse direto poderia se tornar indireto na medida em que o “escopo da ação é alargado” (Ibidem, p. 83), bem como o interesse indireto poderia se tornar direto. Nas palavras do autor,

Todas as vezes que a nossa atividade cresce em extensão e profundidade, em vez de se petrificar ou fossilizar-se, duas coisas, simultaneamente, ou sucessivamente, se podem dar. Por um lado, interesses de um tipo simples e estreito (isto é, que requerem menos tempo para se realizarem) expandem-se, cobrem um tempo mais dilatado e com isso tornam-se mais completos e mais ricos. Coisas que antes nos eram indiferentes ou desagradáveis são absorvidos, à medida que o fim se dilata, valorizando tudo o que servir para seu pleno êxito. Por outro lado, coisas a princípio interessantes e significativas somente porque eram partes de uma atividade global, tornam-se interessantes por si mesmas, deslocando-se, às vezes, completamente a atividade que originariamente as fez aparecer (DEWEY, 1978, p. 84).

Pelo exposto, é possível inferir que, para o estudioso estadunidense, o interesse é direto e imediato quando seu fim é a própria atividade, satisfazendo a si e por si mesma, como por exemplo, atirar uma bola. De acordo com o contexto, coisas simples poderiam não ser imediatamente interessantes, mas assim ficarem a partir do momento em que suas relações e ligações se tornassem conscientes, como por exemplo, jogar a bola acertando um alvo. Nesse caso, teríamos um interesse indireto e mediato. Nessa perspectiva, o olhar sobre as coisas deveria ir além do primeiro plano, o que só seria possível quando uma ação não fosse mais encarada em si mesma, mas como parte de um todo maior.

Além desses dois tipos de interesse, Dewey ainda aborda o *interesse transferido*. Este aconteceria quando existisse algo não apreciável ou prazeroso, mas que acaba se tornando interessante quando visto como meio para se alcançar alguma coisa que nos chamou a atenção. Para o educador, qualquer objeto indiferente ou desagradável se tornaria atraente quando fosse visto como um meio para se conseguir um fim que havia despertado a atenção, ou para alcançar certos fins que permitissem ter meios para outras atividades e resultados que

se desejassem (DEWEY, 1978). Para exemplificar, ele cita o caso de um escultor que tem como ideal construir uma obra de arte. Porém, para realizá-lo, passaria por fases intermediárias que nem sempre são equivalentes ao fim. Ele precisaria modelar, talhar, fazer maquetes, isto é, realizar uma sucessão de atividades que a priori não “é a forma perfeita e bela que tem em mente” (Ibidem, p. 77), mas, mesmo assim, necessitaria de seu esforço e energia pessoal. Portanto, tais atos, na visão do autor, foram meios indispensáveis para a construção de sua obra e por isso transferiu-lhes sua energia e esforço. Nessa perspectiva, o interesse que o prende ao objetivo final também ocorre em cada um dos atos intermediários. Por outro lado, “o seu próprio interesse pelo ideal planejado existe porque esse ideal é o fim daqueles atos especiais que compõem todo o curso de sua atividade” (Ibidem).

No campo da Modelagem Matemática, o *interesse transferido* poderia ser pensado de duas formas. A primeira ocorreria quando um aluno, ao trabalhar com Modelagem Matemática, decide investigar determinado tema para, inicialmente, satisfazer o professor e acaba percebendo “que tem muito prazer e interesse em estudar aquele assunto, voltando sua atenção totalmente para o trabalho e não mais para o professor” (HERMINIO; BORBA, 2010, p. 119). A segunda, quando o educador, ao escolher um tema de pesquisa como objeto de investigação para os discentes, estes, com o desenvolvimento das atividades, passariam a ter prazer em trabalhar o assunto e realizar as investigações necessárias para a sequência do estudo, bem como pela matemática escolar inserida no trabalho. O aluno teria a atenção totalmente voltada para a atividade e não mais para o docente e “o tema passa a ser dele, e não mais do professor” (Ibidem).

Em relação à escolha de temas na Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, existem, segundo Barbosa (2001), três casos. No primeiro, o professor apresenta uma situação-problema que acredita ser do interesse do aluno, cabendo a este apenas resolver a situação por meio dos dados proporcionados pelo docente. No segundo caso, o educador formula e apresenta uma situação que acredita ser do interesse do educando; porém, este coleta as informações necessárias para resolver o problema. No caso 3, para Barbosa (2001), o estudante escolhe um tema de seu interesse, coleta os dados e resolve a situação. Para o autor, neste último, o professor pode “estimular os alunos a identificar situações problemáticas, formulá-las adequadamente e resolvê-las” (BARBOSA, 2001, p. 39). Analisando os três casos descritos por Barbosa, poder-se-ia assinalar que o caso 3 estaria em consonância com a situação de interesse descrita por Dewey quando este se refere ao interesse indireto ou mediato.

Quando é dado ao aluno o direito de escolher o tema a ser estudado, o objetivo é dar poder ao aluno, de forma que ele, nesse momento, decida uma parte do seu currículo e tenha direito à fala e à decisão. Este direito, traz consigo a responsabilidade de envolvimento nessa questão, tornando o aluno, parceiro de sua própria educação. O resultado dessa parceria, é uma cooperação responsável, já que foi um acordo entre as partes e, desse modo, o tema não foi imposto e sim voluntário, até certo ponto. Dizemos até certo ponto, porque como entendemos que há condicionamentos sociais dentro do interesse pessoal, e em particular na instituição escola questões como “nota” aumentam tal condicionamento (HERMINIO; BORBA, 2010, p. 124).

Herminio e Borba assinalam no fragmento que o poder dado ao aluno para a escolha do tema quando usa a Modelagem Matemática, de maneira geral, é visto como um argumento favorável pela inserção da Modelagem Matemática no contexto escolar. Mas, se os estudantes buscarem apenas se aproximar daquilo que é conhecido e que estão acostumados a vivenciar na tentativa de traduzir a fala do professor em um tema com o intuito de agradá-lo, para os autores, é “necessário repensar o uso da Modelagem de maneira a ser evitado este tipo de comportamento” (Ibidem, p. 124).

Nos casos 1 e 2, para Barbosa, é necessário cuidado com o modo como o professor envolve os alunos, que indagações faz para engajá-los nas atividades. Desse modo, o professor, ao propor as atividades, “deve empenhar-se em captar fatos que podem levar os alunos a aceitar o convite para a tarefa. Isso exige a observação da vida deles, de sua linguagem, de suas conversas e de seus propósitos” (BARBOSA, 2001, p. 40). Em ambos os casos, conforme o autor, dependendo da condução das atividades, aconteceria o interesse transferido se houvesse o envolvimento e o interesse dos discentes com os temas em estudo. Poderia ainda acontecer que, embora sendo o tema algo atual e ligado ao cotidiano do docente, não haveria “garantia do interesse do aluno, pois trabalhar com Modelagem não implica, obrigatoriamente, em aluno interessado” (HERMÍNIO; BORBA, 2010, p. 124).

Para Dewey, o interesse pode ser variado, ou seja, cada impulso ou hábito que gere um propósito com força suficiente para mover uma pessoa a lutar pela sua realização, torna-se um interesse. Na visão do autor, o interesse marca uma identificação com o ato e, portanto, “uma identificação de desejo, de esforço e de pensamento, do indivíduo com o objeto, sobretudo com o objeto, pelo qual se conclui determinada atividade (fins) e com os objetos pelos quais essa atividade se processa (meios)” (DEWEY, 1978, p. 110). O autor ainda argumenta que o “verdadeiro interesse” aconteceria quando houvesse sinal de que algum material ou objeto “está sendo apreciado de acordo com o que atualmente concorra para a marcha progressiva de uma ação, com a qual a pessoa se tenha identificado” (Ibidem, p. 86).

O problema na Educação, segundo o estudioso estadunidense, seria proporcionar um “ambiente” no qual atividades educativas poderiam se desenvolver. Nas palavras do autor,

obtem-se interesse, exatamente, não se pensando e não se buscando conscientemente consegui-lo; mas, ao invés disto, *promovendo as condições* que o produzem. Se descobrirmos as necessidades e as forças vivas da criança, e se lhe pudermos dar um ambiente constituído de materiais, aparelhos e recursos – físicos, sociais e intelectuais – para dirigir a operação adequada daqueles impulsos e forças, não temos que pensar em interesse. *Ele surgirá naturalmente*. Porque então a mente se encontra com aquilo de que carece para vir a ser o que deve (DEWEY, 1978, p. 113, grifos do autor).

Semelhante às ideias de John Dewey, outro filósofo que também fez referências importantes sobre as noções de interesse foi Ovide Decroly¹². O trabalho por ele realizado propunha uma educação voltada aos interesses das crianças no sentido de satisfazer o que entendia como a curiosidade natural delas, estimulando-as a pensar e colocando-as em contato com a realidade física e social. Influenciado pelas ideias de John Dewey e Rousseau, sugeriu criar um laço entre as disciplinas, posicionando, dessa forma, o aluno no meio dos fenômenos que estaria estudando. Acreditava que, por meio de comparações e experiências, as crianças se esforçariam para compreender os fenômenos estudados e adquirir o “verdadeiro conhecimento”. Para Decroly, o interesse da criança é a alavanca de tudo, pois a necessidade gera o interesse e só este leva ao conhecimento.

Na perspectiva decroliana, a prática educativa consistiria em produzir métodos sobre os interesses das crianças, dispendo-os em função de suas necessidades e levando em conta o “processo natural do desenvolvimento” e o contexto onde ocorre o processo. Neste sentido, a “tarefa educativa, antes que instruir, deve procurar a aprendizagem a partir do estímulo da curiosidade e dos interesses da criança” (MARIN-DIAZ, 2009, p. 168).

Decroly sugeriu a “aprendizagem globalizadora” em torno de Centros de Interesse nos quais os alunos poderiam escolher o que iriam aprender, construindo seu próprio currículo conforme sua curiosidade e sem a separação tradicional entre as disciplinas. Seu princípio de globalização se baseava na idéia de que as crianças apreendem “o mundo com base em uma visão do todo, que posteriormente pode se organizar em partes, ou seja, que vai do caos à ordem” (BASSAN, 1978, p. 99). Para Decroly, de acordo com Bassan, as unidades de

¹² Ovide Decroly nasceu em 1871, em Renaix na Bélgica e faleceu em 1932 em Bruxelas. Formou-se em medicina, aperfeiçoando seus estudos em Berlim e depois em Paris, retornando, em seguida, à Bélgica, onde foi nomeado chefe do serviço de crianças anormais e médico inspetor de Bruxelas. Em 1901, fundou o Instituto para “anormais” em Uncle e, anos depois, começou a utilizar o resultado de suas observações sobre deficientes mentais, fundando em Bruxelas, em 1907, a escola “L’Ermitage” ou “Escola da Ermida”.

globalização seriam denominadas de Centros de Interesses, ou seja, “grupos de aprendizados organizados segundo a faixa de idade dos estudantes, concebidos com base na evolução neurológica infantil” (Ibidem, p. 139), que seriam determinados pelas necessidades primordiais da criança.

Os Centros de Interesse – na perspectiva decroliana – seriam: a criança e a família, a criança e a escola, a criança e o mundo animal, a criança e o mundo vegetal, a criança e o mundo geográfico, a criança e o universo. Assim, a vida intelectual de cada indivíduo seria determinada por suas necessidades básicas, por meio do interesse. O método educativo proposto por ele – *Método Decroly* – tinha, portanto, como base os *Centros de Interesse*, em que o interesse do educando era valorizado.

Pela exposição acima, penso ser possível compreender que Decroly rompia com as técnicas tradicionais e desenvolvia um método baseado no interesse e nas necessidades do aluno, bem como no conhecimento do meio que o rodeava. Na visão decroliana, a criança, ao observar a realidade, tinha a possibilidade de organizar os próprios conhecimentos, manifestando-os em função de suas necessidades vitais: comer, proteger-se, defender-se e produzir. O processo de formação se associava àquilo que tinha relação com o aluno, ou seja, ao que lhe pertencia, ao que existia no seu contexto. Os Centros de Interesse, para Decroly, seriam uma técnica, um processo de ensino que consistiam em agrupar à volta de um mesmo assunto de interesse do aluno “um conjunto de noções a aprender, de mecanismos a montar, de hábitos a adquirir, condição do perfeito desenvolvimento do ser no meio em que vive e ao qual se adapta” (BASSAN, 1978, p. 17).

Quanto às características dos Centros de Interesse, Decroly apresentava as seguintes: alunos partiam de dados, fatos e situações concretas e reais as quais eram extraídas da vida da escola, da família, da comunidade, do bairro; realização de tarefas variadas, possibilitando que o aluno progredisse conforme seu ritmo; estímulo à participação, à iniciativa, à criatividade e à curiosidade dos alunos; oportunidade de formação de um sentimento de respeito ao outro e valorização dos recursos naturais; realização de atividades e experiências concretas; possibilidade de proporcionar condições para a construção da aprendizagem; satisfação dos interesses dos alunos, proporcionando-lhes situações de integração com o seu meio. Em relação ao docente, os Centros de Interesse permitiam a observação do trabalho do estudante, possibilitando a avaliação contínua e integral; proporcionavam oportunidade de desenvolver trabalhos individuais e em grupos; viabilizavam a organização das tarefas de acordo com o nível dos alunos, satisfazendo seus interesses.

Cabe ainda ressaltar que, nos Centros de Interesse, os conhecimentos não apresentavam uma linearidade a ser seguida como no currículo tradicional, isto é, “os programas tradicionais, com discriminação de temas, conduzem a uma discriminação de aulas, que podem transcorrer sem qualquer relação entre si” (LOURENÇO FILHO, 1978, p. 191). Lourenço Filho¹³ (1978) expressa que, no sistema tradicional, após uma aula de leitura que versasse, por exemplo, sobre a família, solicitava-se ao aluno que escrevesse sobre o cair da tarde; em seguida, haveria uma aula de cálculo inteiramente abstrata; outra, de geografia sobre as capitais de alguns países. Na sequência, poderia ocorrer uma de geometria na qual se estudasse o triângulo; após, de desenho em que os estudantes passassem a copiar uma esfera ou uma flor e uma atividade referente aos seus deveres em casa. No programa proposto por Decroly, tamanha disparidade, nos momentos escolares, não aconteceria, pois não haveria seriação obrigatória de elementos e os discentes, ao selecionarem um tema, este levaria ao estudo de questões relacionadas a ele, dependendo do interesse de cada um.

Lourenço Filho (1978) exemplifica o método de Decroly, utilizando o tema alimentação. Os alunos, ao analisarem a origem dos alimentos, estariam estudando também sua classificação, os preços, quem os produz, como e onde são preparados. As questões surgiriam de acordo com a curiosidade e o interesse dos estudantes e o assunto exigiria noções, por exemplo, de Ciências, História, Geografia, conforme fossem sendo exploradas. O tema escolhido seria apenas um ponto de partida que tornaria possível suscitar o estudo de outros, como por exemplo, leite e carnes. O tempo de duração de cada um dependeria do interesse da classe, podendo alguns durarem dias e outros, até meses. O autor comenta um exemplo que utilizou em 1927, na Escola Experimental Rio Branco:

o estudo da chuva levou ao da água e dos rios; no ano seguinte, ao da germinação e das plantas mais comuns; o estudo das plantas, ao do café,... Pelo estudo das plantas também veio a estudar a geografia do Brasil; o café levou à escravidão e ao estudo do largo período da história pátria, à geografia da África, ao dos transportes em terra e água... Muitas vezes, ocorre um centro ocasional que não deve ser desprezado. Um grande acontecimento na cidade, uma festa, uma data nacional despertam interesse natural, para análise de certas e determinadas questões... É a intervenção da atualidade, no ensino, como lhe chama Decroly. Pode aparecer, à primeira vista, que o ensino se torne, dessa forma, dispersivo e pouco fecundo. Puro engano. A verificação por meio de testes, perfeitamente aferidos, na referida Escola, e aplicados a duas classes, com elementos por elas repartidos proporcionalmente, demonstrou que a aquisição real de conhecimentos na classe em que empregaram os centros de interesse, era sensivelmente maior

¹³ Manoel Bergström Lourenço Filho, educador brasileiro, viveu de 1897 a 1970. Foi idealizador do movimento da Escola Nova ao lado do baiano Anísio Teixeira e do mineiro Fernando de Azevedo. O professor paulista teve intensa atividade teórica e administrativa, sempre ligado à democratização e à profissionalização do ensino.

que o da classe-testemunho, em que o ensino se fazia nos moldes tradicionais (LOURENÇO FILHO, 1978, p. 192-193).

É possível compreender, pelo trecho acima, que os alunos, ao utilizarem os centros de interesse, tiveram um desempenho consideravelmente melhor que os outros, demonstrando a viabilidade do método. Cabe expor que há ressonâncias entre o Método de Decroly e a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar como método de ensino. Em ambos, os programas poderiam sofrer alterações, pois, ao se partir de temas de interesse do aluno para estudo, estas situações poderiam definir outras e os assuntos a serem estudados durante as aulas, determinados por esses temas. Nos excertos a seguir, extraídos do material de pesquisa, é evidenciada a não linearidade que ocorre ao se utilizar a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar.

Portanto, partindo das inquietações sobre a atual concepção de ensino e aprendizagem da Matemática, acreditamos que a Modelagem Matemática é capaz de gerar uma aprendizagem mais dinâmica ao aluno, pelo fato de considerarmos que nesta predomina a não linearidade dos conteúdos, o trabalho em grupo e uma orientação mais organizada do trabalho pedagógico em sala de aula, com ênfase em atividades ligadas aos problemas do cotidiano do aluno, o que de certa forma possibilita fazer em sala de aula um trabalho interdisciplinar, voltado para os conhecimentos que se aprende na escola, conectados com os problemas reais do aluno. (ROZAL, 2007, p. 44) [grifos meus].

É uma prática de ensino [referindo-se à Modelagem Matemática] onde não há a sequência rígida de conteúdos, verificada no ensino tradicional, e cada tópico do programa estudado é tratado com a profundidade devida ao nível e à série. Outro aspecto a ressaltar nesta prática de ensino através da Modelagem é aquele em que a situação-problema determina o conteúdo a ser estudado e isto parece ser muito positivo, pois a sucessão de situações-problema experimentadas e vivenciadas pelo aluno acabarão por formar-lhe um espírito crítico e aberto às novas experiências. (BURAK, 1987, p. 18) [grifos meus].

O ensino da Matemática realizado por meio da Modelagem, não é preso ao planejamento curricular, não tem sequência rígida, pois atende a proposta do currículo não linear. O conteúdo a ser trabalhado é determinado pelos problemas levantados em decorrência da pesquisa de campo. No ensino usual ocorre o contrário, o conteúdo estabelecido no programa é que determina o tipo de problema a ser trabalhado, onde é comum o uso do livro didático, e que muitas vezes é seguido pelo professor sem adaptações ou introdução de outras técnicas ou estratégias de abordagem. (ABDANUR, 2006, p. 140) [grifos meus].

Os excertos remetem à ideia de que a Modelagem Matemática seria *uma prática de ensino na qual não existe uma sequência rígida de conteúdos*, pois a situação-problema determina o conteúdo a ser estudado o que seria mais produtivo para a aprendizagem da matemática escolar, pois a sucessão de situações-problema experimentadas e vivenciadas pelo aluno acabaria por formar-lhe um espírito crítico e aberto às novas experiências. A ênfase

dessa prática de ensino recai em atividades ligadas aos problemas do cotidiano do aluno, o que de certa forma possibilitaria um trabalho interdisciplinar, voltado para os *conhecimentos que se aprende na escola, conectados com os problemas reais do aluno*. Nesse sentido, predominaria a *não linearidade dos conteúdos*, pois estes seriam determinados pelos problemas levantados em decorrência da pesquisa de campo proveniente do interesse do discente.

Em relação à Modelagem Matemática, Burak (2004) expressa que, ao eleger o interesse do aluno como ponto de partida para a atividade, rompe-se com a forma usual de se “deflagrar o processo de ensino na maioria das nossas escolas”. Nessa mesma linha argumentativa, Meyer, Caldeira e Malheiros expressam a não existência de um currículo rígido quando consideramos o uso da Modelagem Matemática.

Quando trazemos problemas da realidade de fora da escola para a sala de aula, é possível que os conceitos desse currículo não surjam de forma linearmente bem comportada, mas de uma forma espiral em que, muitas vezes, temos de fazer o movimento de ir e voltar, o que pode acontecer de termos que “misturar” os elementos que estão dentro das gavetas. Agora, além da mistura, há sempre um movimento de pequenos avanços e, às vezes, um retrocesso em alguns elementos para a compreensão do fenômeno que está sendo investigado. [...]

A Modelagem é uma perspectiva de educar matematicamente, que vai problematizar também o currículo e usar as ferramentas matemáticas para aquele tipo de problema específico, que está sendo investigado naquele momento (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p. 40).

Para Decroly, a aprendizagem ocorre em vários espaços e as salas de aula deveriam ser semelhantes a oficinas e laboratórios onde alunos poderiam observar, analisar, manipular, experimentar, confeccionar, colecionar materiais e informações. Segundo o autor, as atividades precisariam acontecer ao ar livre e a sala de aula estaria em toda a parte: na cozinha, na oficina, no campo, no jardim, nos passeios. Na perspectiva decroliana, as atividades manuais, esportes, exercícios ao ar livre em grupo são constantemente estimulados. A escola, para ele, era vista como uma sociedade em miniatura, com função preventiva para garantir a formação intelectual, física e moral e a cidadania.

Decroly argumentava que era por meio dos temas dos Centros de Interesse – necessidade de alimentação; necessidade de lutar contra as intempéries; necessidade de defesa contra perigos e inimigos; necessidade de agir, trabalhar, descansar e divertir-se –, que toda a prática docente deveria ocorrer. Além disso, manifestava que fossem respeitados três tipos de atividades da criança, as quais seriam entendidas como fases a serem seguidas pelo professor: a observação, a associação e a expressão.

a) A *observação* era compreendida como um exame pessoal e ocorreria de forma direta ao permitir que o aluno observasse e analisasse sua realidade por meio de objetos, da família, da escola, do bairro, de plantas, de animais, de pessoas do seu meio. De forma indireta, por meio do exame de lâminas, desenhos, gráficos, figuras, imagens, com o objetivo de colher dados ou situações da realidade, ou imaginar, levantar hipóteses sobre como ocorrem fenômenos ou como eram os objetos. A observação, para Decroly, expressava mais do que uma simples descrição da realidade; exigia manipulação, medição, comparação e distinção, devendo ser contínua e realizada, tanto quanto possível, em meio natural. Por exemplo, em vez de trazer exemplares da vida animal à escola, seria preferível levar a criança a observar a vida animal no seu meio natural. Os exercícios de observação

consistem em fazer trabalhar a inteligência com material recolhido em primeira mão, isto é, pelos sentidos da criança, tendo em conta os interesses nela existentes, e associando, ao mesmo tempo, a esse trabalho a aquisição de vocabulário e, por conseguinte, os elementos básicos da leitura e da escrita, assim como exercícios de comparação, dos quais, boa parte, servirá para o cálculo; e, finalmente exercícios de crítica que fornecerão à memória maior bagagem de idéias (LOURENÇO FILHO, 1978, p. 193-194).

Nesse sentido, o papel da escola e do professor, na visão decroliana, não era dar noções prontas, mas permitir que a criança chegasse a elas, coordenando seus conhecimentos e promovendo a passagem gradativa do nível concreto para o abstrato.

b) A *associação* permitia que o conhecimento adquirido pela observação fosse entendido em termos de tempo e espaço. Para o educador, a habilidade de fazer associações resultava da análise, do estabelecimento de relações e da organização mental de dados (fatos, situações) que fossem coletados a partir da observação.

c) A *expressão* era compreendida como uma atividade natural e espontânea da criança, mas que deveria ser estimulada pelo professor durante as atividades de observação e associação. Nesse sentido, “para que o método se complete, devem ser dadas aos alunos todas as oportunidades de expressão verbal, plástica e gestual” (COUTINHO, 2008, p. 75). Na expressão, a criança compartilhava o que aprendia externando sua aprendizagem por meio da linguagem, desenho, modelagem e outros trabalhos manuais, integrando conhecimentos de maneira globalizada. Na perspectiva decroliana, a expressão seria a culminância do processo e nela se destacariam: a expressão concreta, que era a materialização das observações e criações pessoais (se traduz em desenho livre, trabalhos manuais...); a expressão abstrata, que era a materialização do pensamento por meio de símbolos e códigos convencionais (apresenta-se

no texto livre, linguagem matemática, musical...); as linguagens múltiplas, que se ampliariam em expressões orais, corporais, desenhos, construção e arte, não como cópia, mas como expressão do pensamento. Nessa ótica, a escrita, o desenho, a dramatização, o trabalho manual seriam algumas formas de expressão quando relacionadas ao pensamento dos alunos sobre o tema em questão.

De acordo com Hamaide (apud MATTOS, 2008), o método Decroly evidenciava que a atividade deveria ser espontânea e livremente escolhida pela criança, o que “não quer dizer desordem, abandono completo das crianças aos seus caprichos” (HAMAIDE, 1934, p. 125, apud MATTOS, 2008, p. 72). A liberdade no método decroliano encontraria limites nas orientações do professor e no coletivo, cabendo ao mestre impedir que os alunos irrequietos atrapalhassem os colegas. A criança não deveria trabalhar sozinha, nem somente no coletivo; “o mestre deve impor ordem, disciplina; deve intervir em caso de conflito, para que a colaboração não seja perturbada pela presença de um barulhento ou de um indiferente ao trabalho geral” (Ibidem, p. 72).

A liberdade em Decroly significaria a liberdade de escolher os temas por onde a criança iniciaria suas observações, sendo orientada pelo professor e colaborando com o seu colega. Dessa forma, a postura do educador deveria ser a de auxiliar no desenvolvimento livre e espontâneo do aluno, intervindo toda vez que necessário ou quando solicitado. Tal aspecto também pode ser visto nas pesquisas envolvendo Modelagem Matemática

[...] ao se trabalhar com a Modelagem em sala de aula, o professor possibilita uma determinada autonomia para os estudantes buscarem compreender temas de seus interesses, e, com isso, faz com que eles consigam, muitas vezes, atribuir significados para determinados conteúdos que, talvez não atribuísem se os mesmos fossem estudados em outro ambiente (MALHEIROS, 2004, p. 38).

Durante o processo de Modelagem o aluno é retirado do seu papel de receptor e deslocado para o centro do aprendizado, tornando-se assim um colaborador junto ao professor e, nesse processo, ambos são responsáveis pelas atividades que proporcionam o ensino e a aprendizagem. Analogamente o professor deixa de exercer seu papel de detentor do poder, configurando-se também como um colaborador em sala de aula (ANDRADE, 2008, p. 114).

O envolvimento com os conceitos matemáticos, a partir, dos exemplos, pode tornar o ensino de Matemática mais atraente, por dar dignificado às ações desenvolvidas na sala de aula. A construção de modelos proporciona situações extremamente ricas, pois permite, a cada indivíduo ou grupo envolvido, viver a experiência de refletir, conjecturar, experimentar e refutar sobre suas idéias.

Cabe ao professor, mediador do processo ensino aprendizagem, promover a interação com e entre os alunos, das aplicações e construção de novos conceitos, favorecidos integrativa, propiciadas de maneira extremamente significativa através do Método da Modelagem Matemática. (BURAK, 1992, p. 200)

Em atividades de Modelagem, seja a forma de projetos ou as formas flexibilizadas, o professor deve assumir a postura de orientador dos alunos para e na execução das etapas propostas. Assim, o professor deve orientar os alunos na pesquisa sobre o tema, na elaboração de perguntas, na análise das soluções, visando desenvolver-lhes a autonomia, a criticidade e a reflexão. Essa questão difere normalmente da postura que se atribui ao professor inserido na abordagem tradicional de ensino e aprendizagem da matemática, que é a de um professor que assume ser o único detentor do conhecimento. Isso é caracterizado por um professor que apresenta o conteúdo matemático somente de forma pronta e acabada, não possibilitando ao aluno desempenhar nenhuma ação ativa no processo de ensino e aprendizagem (SOUZA, 2007, p. 36).

O trabalho [referindo-se ao uso da Modelagem Matemática] nos fez perceber o papel do professor, de uma posição de “eu-aqui-você-lá” para uma posição não igualitária, mas integrativa, em que, muitas vezes, algumas abordagens dos alunos foram novidades não só para os alunos, mas para o professor também. Desta maneira, a função das professoras foi a de orientar, motivar e propor trabalhos a partir dos quais os problemas foram gerados e resolvidos, e, portanto, elas participaram junto com os alunos na elaboração de modelos para soluções ou soluções parciais ou aproximadas de problemas estudados (CALDEIRA, 1998, p. 324).

Pelo acima exposto, percebe-se que existe ressonância entre as ideias de Decroly, no início do século XX, com as dos pesquisadores do campo da Modelagem Matemática a respeito do papel do professor. Em ambas – ideias de Decroly e Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar –, o professor seria um orientador do processo pedagógico, isto é, *o professor deve orientar os alunos na pesquisa sobre o tema, na elaboração de perguntas, na análise das soluções, visando desenvolver-lhes a autonomia, a criticidade e a reflexão*. Dito de outra forma, o docente teria a função de *orientar, motivar e propor trabalhos* a partir do tema escolhido pelos alunos.

Nas investigações sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar – de acordo com os excertos anteriores –, evidencia-se que a escolha dos temas partindo do aluno promoveria um maior interesse pelos assuntos que estão sendo abordados e, conseqüentemente, uma melhora na aprendizagem. Porém, tanto no método de Decroly como na Modelagem Matemática, é salientado que o desenvolvimento de atividades pressupõe docentes “preparados para desempenhar um papel ativo na organização, implementação e avaliação dessas atividades” (DIAS; ALMEIDA, 2004, p. 6).

Quanto a essa questão, Lourenço Filho expõe que o professor, ao utilizar o método decroliano, precisaria estar preparado, pois tal sistema não poderia ser usado por mestres sem preparo especial, que não soubessem encaminhar a atividade interessada das crianças para a aquisição das técnicas escolares indispensáveis e dos conhecimentos imprescindíveis à vida social. Para o autor, a atividade interessada é o meio, não o fim do trabalho escolar

(LOURENÇO FILHO, 1978, p. 196). E, ao interpretar a concepção pedagógica de Decroly, resume os princípios dessa perspectiva a partir de quatro pontos: “pragmática, ativista, individualizado e globalizador” (Ibidem, p. 187).

Primeiramente, na *pragmatista e ativista*, seriam considerados os fins da educação e os procedimentos recomendados, respectivamente. Mais particularmente e a partir da “concepção biológica da evolução da criança” (Ibidem, p. 188), a concepção pedagógica de Decroly assumia, na visão de Lourenço Filho, um caráter, simultâneo, *individualizado* e *globalizador*. Individualizado porque, em sua concepção, havia uma pré-seleção por tipos de educandos e, finalmente, um caráter globalizador porque admitiria a educação como integração de atividades.

Lourenço Filho (1978) afirma que esses quatro pontos poderiam resumir o desejo de Decroly em transformar as escolas; porém, essa transformação seria feita se algumas medidas fossem tomadas, tais como: a) seleção prévia dos educandos e conseqüente diminuição das classes; b) modificação dos programas. Em relação à primeira medida, a criança seria previamente classificada por nível de rendimento no ensino por meio de testes. No entendimento de Decroly, não se deveria misturar, ao acaso, “crianças realmente maduras e capazes de assimilação mais rápida e eficaz do programa de determinado grau de estudos, com crianças menos capazes, de assimilação mais lenta” (Ibidem, p. 189). Quanto à segunda medida decrolyana – modificação dos programas –, consistiria na negação de um ensino fragmentado; porém, essa oposição à fragmentação não corresponderia a negar os conteúdos. Ao contrário, “tudo o que se ensina presentemente nas escolas está dentro do programa que aconselho: só a distribuição dos assuntos é que variam” (DECROLY, apud LOURENÇO FILHO, 1978, p. 190). Modificados os programas, os interesses naturais das crianças então seriam desenvolvidos por meio de “um traço de união entre os diversos elementos do conteúdo. Esse princípio de associação, ou relação, é o centro de interesse” (LOURENÇO FILHO, 1987, p. 192).

Decroly, em seus estudos, também estabeleceu relações entre a curiosidade e o interesse. Na opinião do autor, curiosidade e interesse seriam dois aspectos de um mesmo fenômeno, ou seja, os sinais comuns que viabilizam a existência de uma necessidade instintiva ou adquirida de um sentimento. Quanto às diferenças, salientava que, se houvesse a necessidade de estabelecer distinções entre os dois termos, seria da seguinte ordem: o interesse seria o sinal interno comum a todas as necessidades e sentimentos experimentados por uma pessoa (sendo o desejo a forma consciente desse fenômeno); a curiosidade, o sinal

externo, podendo ser consciente ou não. Bassan (1978, p. 40) examina a ligação entre os dois expressando que “tudo que provoca a curiosidade pode assim ser considerado como suscitante do interesse, tudo aquilo porque nós temos interesse estimula a curiosidade”.

Para Dewey e Decroly, o interesse era visto como um elemento da relação do sujeito com o objeto, porém, de diferentes formas. Para o primeiro, essa relação era um ato social, pois o interesse verdadeiro aconteceria quando o sujeito, no curso de uma ação, tomasse consciência de si pela relação com o meio. Para o segundo, o interesse era determinado por uma necessidade, primordialmente um ato natural, sendo que tais necessidades não eram vistas somente do ponto de vista biológico, mas também de uma relação com o meio ambiente. Portanto, em Dewey, havia uma tendência socializadora mais profunda, enquanto que em Decroly, predominava a fundamentação biológica.

Para Decroly o fim último da educação é o desenvolvimento e a conservação da vida. O destino de um ser qualquer – dizia ele – é antes de tudo viver. A educação deve ter, portanto, como fins: a) manter a vida; b) colocar o indivíduo em tais condições que ele possa alcançar, com maior economia de energia e de tempo, o grau de desenvolvimento que a sua constituição e as solicitações do meio lhe estejam exigindo. Não que esquecesse o destino social do homem. Mas a vida social seja como que projeção de necessidades vitais. Para Dewey, ao contrário, a vida social é condição fundamental na evolução humana (LOURENÇO FILHO, 1978, p. 187).

Pelo exposto no excerto, é possível inferir que a atividade, sendo do interesse do aluno, seria executada com satisfação, com compreensão e no menor tempo possível. Caberia, nesse contexto, ao professor propor atividades que partissem do real, do mundo social da criança e que despertassem sua curiosidade, mantendo o interesse e auxiliando o aluno. Isso implicaria “não mais esperar que os alunos aceitem passivamente os conteúdos dados (ou esforçar-se para isso), mas aceitem que escolham o que devem conhecer” (Ibidem, p. 37).

Cabe destacar que os dois pesquisadores – Decroly e Dewey – foram influenciados pelas ideias de Jean-Jacques Rousseau¹⁴, para o qual, o verdadeiro conhecimento alicerçava-se no tripé liberdade, interesse e ação. Nesse contexto, a criança teria liberdade para selecionar o que gostaria de aprender, o que desejasse conhecer e, assim, estimulada a

¹⁴ Jean-Jacques Rousseau (1712-1778), filósofo suíço, nasceu em Genebra e viveu em um período de grandes realizações intelectuais, principalmente na França, Inglaterra e Alemanha. Sua obra de maior destaque é *Emílio ou Da Educação*, na qual apresenta a educação, desde o nascimento até sua maturidade, de um aluno imaginário chamado Emílio, o qual é retirado dos pais e isolado da sociedade, sendo entregue a “um professor ideal”. O propósito era demonstrar como educar cientificamente uma criança, formulando princípios que, alinhados com a “ordem da natureza”, estavam implicados na formação de um novo homem e de uma nova sociedade.

construir o próprio conhecimento. Para tanto, o ato educativo não poderia ser um pacto de simples submissão, mas de liberdade, fundamentado num projeto pedagógico de amor e respeito mútuo.

Rousseau foi o primeiro filósofo a considerar a criança como tal, “com sentimentos, desejos e idéias próprios, diferentes dos do adulto” (LOURENÇO FILHO, 1978, p.123). Para ensinar algo seria necessário responder à curiosidade e às necessidades das crianças, o conhecimento deveria ser desejado e aceito com gosto e ser uma resposta aos problemas evidenciados. Segundo o educador, seria a curiosidade natural que todo homem sente por tudo quanto, de perto ou de longe, possa lhe interessar que levaria a criança a querer conhecer e examinar tudo o que está ao alcance enquanto faz sua leitura de mundo. Pode-se destacar que Rousseau, na sua época, considerava importante que o professor ficasse atento aos interesses do aluno:

Primeiramente pensai bem em que raramente vos cabe propor-lhe o que deve aprender; ele é que deve desejá-lo, procurá-lo, encontrá-lo; a vós a tarefa de fazer nascer habilmente o desejo e de fornecer-lhe os meios de satisfazê-lo. Disso se deduz que vossas perguntas devem ser pouco frequentes, mas bem escolhidas e como ele terá muito mais a fazer-vos do que vós a ele, vós estareis sempre menos desprevenido e o mais das vezes no caso de lhe dizer: *Em que o que me perguntais é útil a saber?* (ROUSSEAU, 1979, p. 191, grifos do autor).

A leitura do fragmento acima leva a pensar que a educação seria um processo natural e espontâneo. Rousseau explicita o fato de o aluno ser o centro desse processo, pois “terá muito mais a fazer-vos do que vós a ele”, ao se referir que, ao professor, caberia a tarefa de realizar poucas perguntas, porém, “bem escolhidas”, com o objetivo de propor ao discente o que desejasse aprender, pois seria ele que deveria “desejá-lo, procurá-lo, encontrá-lo”. Em sua visão, o professor teria a função de fazer nascer “habilmente o desejo” e disponibilizar condições para supri-lo. O pesquisador instituiu uma nova maneira de compreender não apenas a criança, mas também a prática educativa indicada para ela. Por meio das ideias do filósofo, “foi possível se pensar na idéia de que a criança não aprende porque o professor ensina, mas porque ela age com as coisas” (COUTINHO, 2008, p. 57). Cabe destacar também que, para Rousseau, deixar a criança fazer o que deseja não era deixá-la “livremente”, mas precisaria que o próprio desejo fosse criado, dispondo-se das condições necessárias para isso.

Segui um caminho diferente com vosso aluno o caminho oposto; que ele imagine sempre ser o mestre e que vós o sejais sempre. Não há sujeição mais perfeita do que aquela que conserva a aparência da liberdade: cativa assim a própria vontade. A pobre criança que sabe nada, que não pode nada, que não

conhece nada, não está à vossa mercê? Não dispondes em relação a ela de tudo o que a cerca? Não sois senhor de impressioná-la como vos agrada? Seus trabalhos, seus jogos, seus prazeres, suas penas, não está tudo em vossas mãos sem que ela o saiba? Sem dúvida, não deve ela fazer senão o que quer; mas não deve querer senão o que quiserdes que ela faça; não deve dar um passo sem que o tenhais previsto; não deve abrir a boca sem que saibais o que vai dizer (ROUSSEAU, 1979, p. 114).

Analisando a citação, é possível deduzir que não seria um deixar fazer ou deixar desenvolver, mas um acompanhar ou dirigir – indiretamente – o processo de desenvolvimento, isto é, intervir diretamente menos, fazer menos para que o outro faça mais. Em *Emílio*, educar menos significa intervir diretamente menos, fazer menos para que o outro faça mais. A educação liberal proposta pelo filósofo não tinha como propósito uma liberdade total, mas sim regulada. Donald expressa que a educação que Rousseau recomendava envolvia “não coerção ou instrução, mas o artifício e a manipulação de uma ‘liberdade bem-regulada’. Esta regulação exigia a definição de uma autoridade externa à qual a criança estaria sujeita e que, contudo, a autorizava a agir como um agente livre” (DONALD, 2000, p. 71).

Para Rousseau, seria preciso dar liberdade às crianças, deixá-las agir em consonância com a sua natureza. São dele as palavras: “respeitai a infância e não vos apresseis em julgá-la, quer para bem, quer para mal [...] Deixai a natureza agir bastante tempo antes de resolver agir em seu lugar, temendo contrariar suas operações” (ROUSSEAU, 1979, p. 112). Expressava, assim, a importância de deixar as crianças realizarem as atividades, o que, na sua visão de pesquisador, tornar-se-ia mais eficaz quando fosse levado em conta o desejo das mesmas.

Cabe ainda salientar que o filósofo não detalhou questões pertinentes ao interesse, tampouco utilizou o termo. Em vários momentos, no livro *Emílio* (1979), destaca a importância das questões afetivas no aprendizado e no processo educativo do seu personagem, aludindo que uma das tarefas do mestre seria saber quais os desejos de seus alunos e utilizar meios para satisfazê-los. Para ele, a educação levaria o homem a agir por interesses naturais e não pela imposição de regras exteriores e artificiais.

No entanto, em relação às questões concernentes ao interesse, foi o educador Johann Friedrich Herbart¹⁵, no início do século XIX, o primeiro a assinalar a sua importância ao estabelecer a “multiplicidade de interesses” como fim da instrução. Para o autor (1971), a conduta pedagógica deveria seguir três procedimentos básicos: o governo, a instrução e a

¹⁵ Johann Friedrich Herbart, educador alemão, nasceu em 1776 e faleceu em 1841. É considerado o precursor de uma psicologia experimental aplicada à pedagogia.

disciplina. O primeiro seria a forma de controle da agitação infantil levada a efeito, inicialmente pelos pais e depois pelos mestres, a fim de submeter a criança às regras do mundo adulto e tornar possível o início da instrução. Quanto ao governo, este se sustentaria pelos meios formais da educação, ou seja, tratar-se-ia do conjunto de ordens, imposições, persuasões e hábitos. A instrução, por sua vez, seria o procedimento principal da educação e teria como foco o desenvolvimento dos interesses e compreendida como construção. Assim, “formar moralmente uma criança significava educar sua vontade, sendo preciso maior classificação das representações e crescimento das idéias na sua mente” (HERBART, 1971, p. 63). Por fim, a disciplina, que agiria “no eixo estético e moral da educação; consistiria na formação moral e cívica e deveria garantir a estruturação interna e externa da personalidade” (MARIN-DIAZ, 2009, p. 158).

Fica evidente que, para Herbart, o objetivo da educação era a formação do caráter, realizada por meio da instrução que, por sua vez, tinha a finalidade de “moldar as virtudes e desejos do indivíduo” (TOREZIN, 2006, p. 32). O educador valorizava a instrução e a técnica de ensino, sem as quais, para ele, não havia educação. Porém, destacava que a instrução só seria considerada educativa se modificasse as ideias possuídas pelo espírito, levando-as a formar uma nova unidade ou a uma série de unidades harmoniosas que determinariam a conduta. É pertinente destacar que, para o pedagogo alemão, a educação só seria possível quando despertasse o interesse dos alunos pelos conteúdos, o que só aconteceria pela seleção adequada dos de instrução e pela utilização de métodos condizentes com o desenvolvimento psicológico do educando. O pesquisador afirmava também que o interesse dependia do objeto e não o concebia como algo próprio de um indivíduo ou da ordem subjetiva, mas sim plural, múltiplo. Interesse múltiplo não tratava “de interesse em termos subjetivos: o interesse múltiplo não é característico de um indivíduo, é uma característica própria do espírito humano em geral” (RAMIREZ, 2009, p. 201).

Torezin (2006), ao se referir às ideias de Herbart, assinalava que a multiplicidade de interesse nascia da riqueza dos objetos e das ocupações interessantes. Conforme Herbart, o interesse seria determinado pelo objeto, e a vontade de realizar a atividade dependeria de como esta seria apresentada. Promover, da melhor maneira, essa apresentação seria tarefa da instrução; portanto, as variações múltiplas do interesse deveriam ser tantas quanto variados e múltiplos fossem os objetos. Para Herbart (1971, p. 66), a atividade estaria ligada ao interesse, pois, por meio deste, poderiam emergir ideias velhas, que suscitariam novas e que “determinariam o movimento do espírito”. Nessa perspectiva, o interesse seria aquilo que

conseguiria cativar a atenção e o sentimento de curiosidade. A palavra interesse, na ótica do autor, teria “uma dupla face: aplica-se ao mesmo tempo ao objeto que excita o gosto e ao sujeito mo qual o gosto é excitado” (Ibidem, p. 66).

Para o referido estudioso, depois do governo, a instrução é que iria cumprir o papel de orientar a vontade na escolha, de acordo com a multiplicidade dos interesses. O interesse pelo objeto poderia ser inspirado pela instrução, que teria como propósito simplesmente despertar o interesse e não produzir sabedoria. Portanto, o interesse seria “a ação e o que imediatamente a ela conduz – o desejo. Por isso mesmo, o desejo, juntamente com o interesse, tem de representar a totalidade de uma emoção humana manifesta” (HERBART, 1971, p. 68). O autor, ainda, apresenta diferenciação entre vontade, gosto, desejo e interesse:

O interesse, que juntamente com o desejo, a vontade e o gosto se opõe à *indiferença*, distingue-se dos três pelo facto de *não* poder *dispor* do seu objecto, mas de estar dependente dele. É certo que somos interiormente activos ao manifestarmos interesse, mas exteriormente ociosos até que o interesse se transforme em desejo e vontade. Ele próprio se encontra a meio caminho entre mero espectador e agente. [...] O *objecto* do interesse nunca se pode identificar com o que é *desejado*, porque o desejo (ao querer apropriar-se de algo) aspira a algo de *futuro* que ainda possui. O interesse, pelo contrário, desenvolve-se com a observação e prende-se ao *presente* observado. O interesse só transcende a simples percepção, pelo facto de nele a coisa observada conquistar de preferência o espírito e se impor mediante uma certa causalidade entre outras representações. (HERBART, 1971, p. 69, grifos do autor)

Observa-se no fragmento acima relação e diferenciação entre gosto, desejo, vontade e interesse. O interesse seria aquilo que fixa a atenção no presente, enquanto que o desejo almeja algo que estaria no futuro, no vir a ser. Para Herbart (1971), somos interiormente ativos enquanto nos interessamos por algo, mas exteriormente passivos até que o interesse se transforme em desejo ou vontade. Pode-se perceber que “interesse e desejo são noções que fizeram sua entrada nas discussões educativas e que podemos ver operando nas técnicas de poder e governo desde a Modernidade até os dias de hoje” (MARÍN-DIAZ, 2009, p. 166).

Em particular, em outro momento histórico, Foucault (2008b) revela que o desejo teria sido utilizado no “desenvolvimento da direção de consciência”. Para o filósofo, ele apareceria como elemento que impulsionaria a ação de todos os indivíduos e nada se poderia fazer diante dele.

O desejo é a procura do interesse para o indivíduo. Por outra parte, ainda que ele possa ser enganado por seu desejo no relativo ao interesse pessoal, há algo que não engana: o jogo espontâneo ou, em todo caso, às vezes espontâneo e regulado do desejo permitirá, com efeito, a produção do

interesse, algo que é interessante para a própria população. Produção do interesse coletivo pelo jogo do desejo: isso marca ao mesmo tempo a naturalidade da população e a artificialidade possível dos meios que se instrumentaram para manuseá-la. (FOUCAULT, 2008b, p. 95)

Pode-se inferir que deixar agir o desejo dentro de alguns limites e em virtude de relações e conexões que se articulassem ao interesse geral da população seria uma estratégia de governo que se serviria da educação para instruir e governar¹⁶ os interesses e desejos das pessoas. Ademais, governar não tanto os indivíduos, mas a população significaria “colocar na base da razão governamental a naturalidade do desejo e da produção espontânea do interesse individual/coletivo” (MARIN-DIAZ, 2009, p. 166). Nessa ótica, seria pertinente saber como dizer “sim”, como deixar agir o desejo individual, como estimular a vontade e orientar o desejo individual para a constituição dos interesses próprios e da população.

A teoria pedagógica de Herbart foi objeto de muitas críticas pelo seu formalismo e rigidez. Dentre os principais censores, estavam Dewey que, inicialmente, pertencia a grupos herbartianos. Para ambos, o interesse seria um modo de entender a relação sujeito e objeto. Porém, para Herbart, o interesse seria objetivo e passivo; para Dewey, ao contrário, estaria associado à própria atividade, sendo ativo, objetivo e pessoal. Nas palavras deste, “em interesse, não há simplesmente um sentimento inerte ou passivo, mas alguma coisa de motriz e dinâmico” (DEWEY, 1978, p. 71). Outro crítico de Herbart foi Edouard Claparède¹⁷:

o erro fundamental da pedagogia herbartiana é de ter feito do interesse a consequência, e não o móvel, do estudo. Cremos sempre, sem dúvida, que o objetivo do ensinamento era a satisfação da curiosidade, ou do interesse... Mas Herbart inverteu tudo” (CLAPARÉDE, 1925, p. 37, apud NASSIF, 2008, p. 90).

Assim como Dewey e Decroly, para Claparède, a escola deveria incentivar a independência intelectual da criança, fazendo com que ela atuasse sobre aquilo que aprendesse. Defendia a ideia de que a educação deveria ser funcional, ou seja, ao conferir o caráter biológico à infância, priorizava que a ação educativa poderia se ajustar às manifestações naturais das crianças. Coutinho (2008) afirma que para Claparède, seriam as

¹⁶ Estou utilizando o termo governar no sentido de agir sobre as ações dos outros, dirigir condutas dos indivíduos ou grupos. Neste contexto, é importante salientar, a partir de Foucault (1979), que o governo não se refere apenas à gestão do Estado e das estruturas políticas que regulam e dirigem as condutas das pessoas, mas também àquelas formas de agir que produzem os modos como os indivíduos governam a si mesmos e aos outros.

¹⁷ Edouard Claparède, filósofo suíço, viveu no período de 1873 a 1940. Foi influenciado pelas ideias de Rousseau e destacou-se na oposição à educação tradicional, defendendo a tese da necessidade de se considerar o interesse da criança no processo educativo.

crianças que deveriam estar no centro da educação, em torno do qual emergiriam os métodos e os programas escolares.

Semelhante a Decroly, Claparède também afirmava que o interesse nasce de uma necessidade, uma das principais ideias da educação funcional defendida por ele – Claparède –, que se caracteriza como um instrumento destinado a realizar os objetivos do indivíduo. No que diz respeito à necessidade, o filósofo não apenas considerava os seres humanos e a educação, mas todos os organismos vivos em geral, para chegar, então, à sua concepção de interesse. Para ele, todo organismo vivo busca constantemente um estado de equilíbrio e, em caso de alguma ameaça ou rompimento deste, surge a necessidade de retornar ao estado anterior e, nesse contexto, o indivíduo adotaria uma conduta que visasse à satisfação dessa necessidade por meio de um determinado objeto. A “relação entre o indivíduo e esse objeto é o que Claparède chamava de interesse” (MATTOS, 2008, p. 15). Nessa perspectiva, um objeto não nos interessa por ele mesmo, ou seja, o interesse somente surge quando o indivíduo se encontra predisposto a se interessar por determinado objeto.

Dizemos que uma coisa nos interessa quando ela nos importa no momento em que a consideramos ou quando corresponde a uma necessidade física ou intelectual. O termo ‘interesse’ exprime, pois, uma relação adequada, uma relação de conveniência recíproca entre o sujeito e o objeto. [...]

Em si, um objeto não é nunca interessante; seu interesse depende sempre da disposição psico-fisiológica do indivíduo que o considera. O objeto não interessa, com efeito, senão quando o sujeito se acha disposto a ser interessado por ele; por outro lado, o sujeito não sente interesse em presença de um objeto se este não lhe é vantajoso de qualquer maneira. Desta dualidade de fatores que o fenômeno interesse implica se depreende que o vocábulo se aplica tão bem ao objeto que interessa, como ao estado psíquico despertado no sujeito pelo objeto que lhe importa (CLAPARÈDE, 1956, p. 454).

Pelo acima exposto, pode-se afirmar que, para o autor, o interesse exprime uma “relação de conveniência” entre o indivíduo e o objeto que lhe importasse num dado momento. Ademais, em sua ótica, para satisfazer suas necessidades, o organismo tenderia a provocar reações próprias que o levassem em direção ao que poderia satisfazê-lo. Conforme Claparède, embora fosse a necessidade a mover o indivíduo, o que este almeja é sempre um objeto e não o desaparecimento daquela. Cita como exemplo, a situação em que alguém com sede quer algo para beber e não o desaparecimento da sede. O interesse, de acordo com esse autor, seria determinado por uma necessidade, sendo primordialmente um ato natural. As necessidades e desejos que movem o indivíduo na ação seriam considerados apenas em suas relações com a subjetividade. Apesar de Claparède conceber a natureza do interesse como

espontânea e não criada artificialmente, haveria momentos em que seriam provocadas algumas tensões. O interesse, para o pesquisador, surge da necessidade, que, por sua vez, emerge do rompimento ou da ameaça ao equilíbrio do organismo vivo.

Contudo, o autor aludia que, se desejássemos que uma criança prestasse atenção ao que quissemos dizer, era “mister criar nela a necessidade de prestar atenção”; era preciso fazer com que surgisse “no espírito um problema que ela desejasse resolver. Então, sua atenção despertaria por si e se manteria pelo tempo que a necessidade fosse persistir” (CLAPARÈDE, 1956, p. 474). Acrescenta que toda atividade desenvolvida pela criança seria sempre suscitada por uma necessidade a ser satisfeita e pela qual ela estaria disposta a mobilizar energias. Portanto, o professor necessitaria “colocar o aluno na situação adequada para que seu interesse seja despertado, permitindo que ele adquira o conhecimento” (COUTINHO, 2008, p. 78).

Ao descrever como se processava uma lição inspirada no método funcional, Claparède ressaltava que ela deveria estar baseada em um interesse, uma necessidade, mesmo que artificialmente provocada. Como exemplo, cita que, caso desejássemos que as crianças conhecessem um coco, teríamos que trazer um para a sala de aula, colocando-o sobre a mesa e, elas, interessadas, fariam perguntas sobre o objeto ali exposto. Aqui, novamente o interesse que, embora do ponto de vista do mestre, artificialmente provocado, teria sido espontâneo do ponto de vista da criança. Nassif (2008) menciona que para Claparède, existiriam dois meios de estimular o interesse: os extrínsecos e os intrínsecos.

Os extrínsecos, exemplificou como sendo os prêmios, os castigos, a necessidade de passar nos exames, aqueles que “lançam o indivíduo fora de si mesmo” (NASSIF, 2008, p. 98). Por outro lado, os intrínsecos propiciariam situações que provocassem no aluno a necessidade e o desejo de executar alguma tarefa. Para ele, na primeira opção, corria-se o risco de ensinar a criança a detestar o trabalho, criando, em torno dos deveres impostos, associações afetivas desagradáveis; enquanto que, na segunda, a escola não precisaria de meios de coerção – disciplina, castigos, más notas – que servissem de substituto ao interesse ausente. Para Claparède, o professor deveria ser um estimulador de interesses, um despertador de necessidades intelectuais e morais. Em suas palavras,

O educador, em vez de ser um plasmador de almas e de espíritos, tornar-se-á um estimulador de interesses: em vez de ficar no meio do palco (onde muitas vezes pontifica, sem outros resultados tangíveis, a não ser a satisfação de suas tendências autoritárias), deverá, daí em diante, permanecer nos bastidores, de onde disporá e organizará o meio da maneira mais favorável ao despertar das necessidades intelectuais e sociais da

criança e ao início de suas andanças intelectuais, de sua atividade, de seu esforço (CLAPARÈDE, 1961, p. 196).

A citação anterior remete à ideia de que para deixar um indivíduo agir, deveríamos proporcionar condições ao aparecimento da necessidade, cuja ação que se deseja suscitar tem por função satisfazê-lo. Claparède argumenta que a criança não precisaria fazer nada que não fosse por ela desejado, o que não significa permitir-lhe que faça tudo o que quiser. Era fundamental, para o autor, que o próprio desejo fosse criado, disponibilizando-se as condições necessárias para que tal ocorresse. Priorizava a educação a despeito da instrução e não atribuía ao saber algum valor funcional; acreditava na importância de se despertar o interesse pelo conhecimento no aluno desde cedo. Por ter sido influenciado por Rousseau, aludia que a criança deveria estar na escola por interesse às atividades, porque quisesse estar ali e não por medo dos castigos ou para obter uma recompensa.

Ademais, para o filósofo, na medida em que a criança crescesse, seus interesses, de acordo com o seu desenvolvimento, também mudariam, sendo, então, importante procurar quais deles seriam para cada idade, pois as necessidades na vida de um menino não seriam as mesmas das de um adulto. Nessa ótica, o educador deveria considerar que os interesses humanos se modificam com a idade, e as necessidades seriam guiadas pelos interesses dominantes da criança em cada fase do seu desenvolvimento e não apenas pelas ideias educativas preconcebidas. Cabe salientar que, na opinião de Claparède, a criança somente assimilaria conhecimentos, sentimentos ou esquemas de ação quando estes fossem satisfeitos por uma necessidade, ou seja, ela só poderia adquirir comportamentos que lhes interessassem. Portanto, “o sucesso da ação educativa, organizada, por hipótese, em função da criança e de seus interesses, depende praticamente da habilidade do educador, de seu saber, de sua engenhosidade, de seu amor” (NASSIF, 2008, p. 92).

Marin-Diaz (2009, p. 156), ao realizar estudos sobre o interesse, argumenta que este “é a noção que expressa mais claramente o atravessamento e articulação no pensamento educativo dos discursos naturalistas, liberais e disciplinares”. Para a autora, a definição e a interpretação dadas ao interesse e às práticas pedagógicas, nos séculos XIX e início do século XX, apresentam consonância com as “estratégias de governo próprias da racionalidade governamental liberal” (Ibidem). Nessa visão, ao mesmo tempo em que desenvolver o interesse dos alunos se tornou o foco principal para as práticas pedagógicas, nas análises econômicas e políticas, o mesmo se constituiria em uma noção que englobaria “o intercâmbio e a utilidade”. Dito de outra maneira, “poderíamos pensar que, no seio da matriz filosófica da

Modernidade Liberal, o “interesse” vai-se tornar noção e expressão da vinculação estreita entre as práticas pedagógicas e as práticas de governo” (MARIN-DIAZ, 2009, p. 157, grifos da autora).

É possível concluir também que as ideias apresentadas pelos estudiosos Decroly, Dewey, Claparède e Rousseau, encontram ressonâncias com pesquisadores do campo da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, conforme se percebe nos trechos a seguir, os quais foram extraídos do material de pesquisa.

De todos os argumentos favoráveis para a utilização da Modelagem Matemática, podemos classificar como os mais visíveis, a motivação para aprender, bem como a facilitação do aprendizado e a melhora nos níveis de participação, contribuindo dessa forma, para a diminuição da passividade do aluno perante a Matemática e sua própria aprendizagem, além da implantação e da manutenção de um atraente e agradável ambiente de ensino e aprendizagem (CHAVES, 2005, p. 136).

A Modelagem Matemática é indicada para tentar superar a crise no ensino, pois é capaz de responder a pergunta que tanto atrapalha o processo de ensino e de aprendizagem da matemática, que assim expresso: Porque tenho que aprender isso? Apresentando uma forma de construção de conhecimento que flui de maneira natural e não por imposição, facilitando o entendimento e as relações com o cotidiano do aluno (MACHADO JUNIOR, 2005, p. 19).

Um dos pontos importantes a destacar no desenvolvimento da Modelagem Matemática neste trabalho é a recuperação da auto-estima de alguns alunos. Pôde-se observar isso durante a execução desta proposta, quando esses estudantes se sentiram valorizados ao participar de atividades em que eram considerados “entendidos” pelo restante dos colegas. Os alunos apresentaram disposição para trabalhar com novos conteúdos, e suas experiências passadas foram importantes (SONEGO, 2009, p. 133).

Quando usamos a modelagem como estratégia de ensino em sala de aula nosso objetivo é o de trabalhar os conteúdos estabelecidos pelo programa de uma forma mais criativa, contextualizada e motivadora para os alunos devido a todo o envolvimento deste com o tema e com a situação problema colocada. (SPINA, 2002, p. 102)

A Modelagem Matemática é um processo que proporciona ao aluno uma análise global da realidade que ele vivencia. É uma estratégia de ação que dá abertura ao aluno para pensar, criar e estabelecer relações, tendo liberdade para procurar suas próprias alternativas de solução, desenvolvendo atitudes positivas pela aprendizagem da matemática. O aluno vai gerando conhecimento a partir de uma situação-problema relacionada a um tema específico. Uma conexão da realidade com processos matemáticos.

Vista como estratégia alternativa para o ensino da Matemática, a modelagem pode ser compreendida como um processo ou conjunto de estratégias que possibilitam ao educando uma análise global da realidade em que atua. De importante função na Educação Matemática, a modelagem retrata perspectivas sociais, o que permite a construção de novos conhecimentos e novos significados para o aprendizado (STROPPER, 2007, p. 27).

Nos trechos acima, observa-se que o uso da Modelagem Matemática permite a construção de *conhecimento que flui de maneira natural e não por imposição*, o que facilitaria o *entendimento e as relações com o cotidiano do aluno*, proporcionando uma

conexão da realidade com processos matemáticos. E, ao perceber a relação com o seu cotidiano, apresentam *disposição para trabalhar com novos conteúdos*. Ademais, o discente possui *liberdade para procurar suas próprias alternativas de solução* o que proporciona o desenvolvimento de *atitudes positivas pela aprendizagem*, em particular, pela matemática escolar. Essas ideias apresentam ressonâncias com as dos autores aqui discutidos – Dewey, Decroly, Claparède. Estes argumentam que, ao utilizar as necessidades e o interesse dos alunos, possibilitar-se-ia um maior envolvimento do educando no processo ensino-aprendizagem, o que seria produtivo para a construção do conhecimento e atitude positiva em relação ao que se está estudando.

Com base no material de pesquisa, apresento, no próximo capítulo, os resultados que obtive a respeito do uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar como meio de mobilizar e suscitar o interesse do aluno pela solução de problemas de sua realidade.

5 RESULTADOS DO ESTUDO

Há efeitos de verdade que uma sociedade como a sociedade ocidental, e hoje se pode dizer a sociedade mundial, produz a cada instante. Produz verdades. Essas produções de verdades não podem ser dissociadas do poder e dos mecanismos de poder, ao mesmo tempo porque esses mecanismos tornam possíveis, induzem essas produções de verdades, e porque essas produções de verdade têm, elas próprias, efeitos de poder que nos unem, nos atam (FOUCAULT, 2010a, p. 229).

Apresento, neste capítulo, recorrências que emergiram da análise de um grupo de teses e dissertações que fazem menção ao uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em especial, no que se referem a seus vínculos com a noção de interesse. É minha intenção construir uma análise do material de pesquisa imbricado com algumas ideias de pesquisadores que julgo serem pertinentes para o estudo. Acompanho Foucault (2004) ao considerar que, na análise do discurso, não interessa a busca pelas supostas verdades ou a determinação se tal discurso é verdadeiro ou falso. E como comentado por Larrosa (1994, p. 67) “não se trata, então, de diferenciar o que há de verdadeiro, de fictício ou de ideológico no discurso, mas de determinar as regras discursivas nas quais se estabelece o que é verdadeiro, o que é fictício ou o que é ideológico”.

Inicialmente, é importante destacar que a análise do material de pesquisa mostrou que, na Modelagem Matemática, os alunos possuem a liberdade de escolher temas de seu interesse. Porém, pela análise produzida, sobre os excertos extraídos das teses e dissertações – que será evidenciada neste capítulo – poder-se-ia inferir que essa liberdade proporcionada, seria uma forma de regulá-los, conduzi-los, pois, ao se sentirem interessados, tornar-se-iam corresponsáveis pela aprendizagem e motivados a aprender a matemática escolar. Ademais, ao incentivar o uso de situações de interesse e da realidade do educando, não se estaria reforçando a importância da matemática escolar e, conseqüentemente, seu lugar privilegiado no currículo escolar?

A análise efetivada sobre o material de pesquisa – teses e dissertações sobre Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, na Educação Básica do

Brasil, do período de 1987 a 2009 –, possibilitou-me selecionar e organizar três enunciados que emergiram em relação ao interesse, a saber: o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar requer que se tome como ponto de partida para o processo pedagógico temas de interesse do aluno; o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar torna o aluno interessado e, como consequência, corresponsável por sua aprendizagem; o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar suscita o interesse do aluno pela matemática escolar.

Inicialmente, apresento alguns excertos, extraídos das teses e dissertações, que evidenciam que *o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar requer que se tome como ponto de partida para o processo pedagógico temas de interesse do aluno.*

No uso dessa estratégia [referindo-se à Modelagem Matemática], o professor aprende, cresce e evolui com o aluno. Por outro lado, os alunos partem de um problema, ou de um tema de interesse, permitindo a oportunidade de contatos diversos com pessoas ou grupos de pessoas, e outras perspectivas de interação entre a Matemática e outras áreas do conhecimento, contribuindo para uma Matemática construída na interação do homem com o mundo, capaz de relacionar o que é aprendido dentro e fora da escola. (FERREIRA, 2003, p. 55) [grifos meus].

O estudo através da Modelagem Matemática parece vir de encontro a esta expectativa e necessidade dos alunos, pois procura favorecer a interação com o seu meio ambiente, uma vez que esta prática educativa está baseada fundamentalmente nos problemas “reais” do cotidiano do aluno, seja no lar, nos esportes, no trabalho ou nas diversões. Quando em sala de aula o aluno vê sentido naquilo que estuda, em função da satisfação das suas necessidades, da realização dos seus objetivos e intenções, não existe o desinteresse, pois trabalhará com alegria, entusiasmo e perseverança. Esse interesse é importante, pois dá início à formação de atitudes positivas em relação à matemática. (BURAK, 1987, p. 36-37) [grifos meus].

Nessa investigação, consideramos temas que os próprios alunos da turma da EJA mostraram interesse de pesquisar, para que eles se sentissem participantes do processo de ensino-aprendizagem. A partir disso, de acordo com os temas escolhidos, demos início à realização das atividades de Modelagem que teve como fio condutor, as situações e os problemas que os próprios alunos da turma mostraram interesse de investigar, advindos de suas vivências pessoais e/ou de dúvidas surgidas em contextos fora da escola. (SMITH, 2008, p. 64) [grifos meus].

Este foi um caso em que a aluna passou a gostar de um dos tópicos da Matemática, que é a álgebra. Conforme a aluna conheceu os conceitos de álgebra envolvidos em um tema que era de seu interesse, seu gosto por este tópico foi sendo alterado. Considero que este foi um passo importante rumo ao conhecimento de novos ramos da Matemática, servindo para que ela se sentisse estimulada a estudar novos tópicos. (HERMINIO, 2009, p. 93) [grifos meus].

A Modelagem Matemática num primeiro momento possibilita o interesse por partir de temas da escolha do grupo ou dos grupos, promovendo à valorização da Matemática contextualizada e, num segundo instante, à vontade de conhecê-la, de explorá-la, de redescobri-la e, principalmente, de sentir gosto pelo aprender matemático. (ABDANUR, 2006, p. 142) [grifos meus].

Em relação à atuação do aluno, seja em sala de aula seja na sociedade observamos que a Modelagem no âmbito escolar manifesta nestes a empolgação pelo aprendizado, pois percebem que podem conduzir um trabalho de Matemática, principalmente, sendo os dados oriundos de suas próprias realidades, coletados por eles e de um tema de interesse deles. Dessa forma verificamos que este trabalho possibilita aos alunos associarem as aplicações da Matemática em seus respectivos cotidianos, bem como promove interpretações sobre estas, o que nos leva a crer na contribuição para a vida cotidiana dos indivíduos. (ANDRADE, 2008, p. 146) [grifos meus].

Para a proposta com a Modelagem é importante que seja feito com os alunos um trabalho de conscientização e transformação no modo de pensar de cada educando, partindo do interesse do aluno ou do grupo. Assim também, ainda complemento que o interesse deve ser o ponto de partida para o trabalho com a Modelagem. Adiciono ainda a liberdade como uma condição importante para a tomada de consciência. (ROZAL, 2007, p. 18) [grifos meus].

Essa metodologia permite que sejam trazidos para a sala de aula temas de interesse dos alunos, com problemas vinculados à sua realidade. Isso possibilita desenvolver no aluno a capacidade de perceber a importância da Matemática no contexto social e político da sociedade.

Quando os alunos, em sala de aula, têm a oportunidade de trabalhar com situações reais, de coletar informações e de interpretá-las, eles estão participando da construção de seus conhecimentos. Com isso, a aula de Matemática torna-se um ambiente que propicia essa construção e ajuda a desenvolver um pensamento crítico e reflexivo. (SONEGO, 2009, p. 11) [grifos meus].

Quando trabalhamos com a Modelagem como estratégia de ensino aprendizagem, para desencadear o processo, utilizamos um tema, algum problema significativo ou o questionamento de alguma situação da realidade, cujo objetivo é motivar os alunos para a aprendizagem, deixando-os, sempre que possível, escolher o tema com o qual trabalharão, de acordo com seus interesses e/ou afinidades. (SPINA, 2002, p. 22) [grifos meus].

Os excertos expressam que o ponto de partida para o processo pedagógico quando se utiliza a Modelagem Matemática são *situações e problemas que os próprios alunos mostram interesse em investigar*, os quais são *advindos de vivências pessoais e/ou de dúvidas surgidas em contextos fora da escola*. O discente, ao estudar situações problemas de seu interesse e possuindo a oportunidade de solucioná-las, desenvolveria um *conhecimento mais crítico e reflexivo acerca dos conteúdos da matemática escolar*. Observa-se ainda – nos excertos – que a Modelagem Matemática no âmbito escolar *manifesta nos alunos a empolgação pelo aprendizado, percebem que podem conduzir um trabalho de Matemática*, pois os dados são *oriundos de suas próprias realidades, coletados por eles e de temas de interesse deles*.

Essas ideias apresentam consonância com o método de Decroly, em que os Centros de Interesse são o impulso necessário para que ocorra a aprendizagem, sendo constituídos pela formação de classes que iniciam seus estudos a partir de um tema central, escolhido pelo aluno conforme seu interesse. A marca principal da escola decroliana foram os Centros de Interesse, nos quais os estudantes decidiam o que queriam aprender, eles que construíam o

próprio currículo, não existindo, a linearidade de conteúdos das disciplinas do tradicional. Para o autor, à medida que se atendem aos interesses dos alunos, está-se contribuindo com a autonomia, exercita-se a liberdade de escolha, bem como se problematizam as situações do contexto no qual o educando se insere. São conceitos do início do século XX que podem ser produtivos para o fazer pedagógico na escola da atualidade e torna-se possível deduzir que apresentam semelhanças com a Modelagem Matemática, pois, nesta prática pedagógica, a escolha de temas também é realizada pelo discente sob *a orientação do professor*, o que, de acordo com os excertos acima, pode contribuir para a *problematização de situações do contexto do aluno*.

Porém, a adoção de temas a partir do interesse dos alunos, tanto na visão decroliana como nos trabalhos que utilizam a Modelagem Matemática, geralmente, efetiva-se de forma direcionada. Dito de outra forma, os alunos podem escolhê-los, mas sempre nos limites daquilo que o professor determina como aceitável para poder vincular com algum conteúdo. Portanto, o uso da Modelagem Matemática não permitiria uma escolha tão livre; o interesse da criança seria produzido por intervenções do docente, o que pode ser evidenciado nos excertos a seguir.

O tema tem um papel fundamental na Modelagem, pois é ele que desencadeará todo o processo. É importante que o tema seja escolhido pelos alunos, para que assim eles se sintam co-responsáveis pelo processo de aprendizagem, mas ao professor caberá a decisão final, pois ele é que deverá encaminhar e orientar o destino do trabalho. (MACHADO, 2006, p. 25) [grifos meus].

O processo da Modelagem tem início com a escolha do tema de acordo com o interesse ou afinidade dos alunos, podendo o professor utilizar estratégias que facilitem aos alunos a escolha de um assunto motivador e abrangente. O papel que o professor desempenhará é de fundamental importância para o sucesso da experiência. Ele deve dar liberdade aos alunos, atuando como mediador em relação ao ensino-aprendizagem, levando o aluno a pensar e refletir sobre os problemas envolvidos no tema escolhido. (ABDANUR, 2006, p. 57) [grifos meus].

O conteúdo deixa de ser totalmente previsível dependendo da direção tomada pelos alunos na solução de problemas propostos e da capacidade do professor em direcionar a discussão. Portanto é flexível e poderá não seguir rigorosamente a ordem em que aparece nos livros-texto, como também pode aparecer algum conteúdo não programado para a série em que o professor estiver trabalhando. Neste caso, procura-se simplificar as hipóteses dos problemas de modo a fazer o estudo se encaixar no programa. É obvio então que durante o período do ano letivo, se existe um programa a ser cumprido, ele deverá sê-lo. [...] O nível do curso não se medirá pela quantidade de matéria dada, mas pela qualidade com que se abordará cada tópico, sempre abordando os conteúdos de cada série. (CALDEIRA, 1998, p. 25) [grifos meus].

Ao trabalhar com Modelagem Matemática em suas aulas, *o professor passa a ter uma outra função, a de orientar*, propor direções a partir da geração dos problemas. Assim, em

alguns casos, ele participa junto com os estudantes na elaboração de modelos para as consequentes soluções ou para elaborar e validar as que forem parciais ou aproximadas de problemas. Nesse contexto, o desafio do docente seria auxiliar o educando na escolha de temas, os quais possibilitam o *aluno a pensar e refletir sobre os problemas envolvidos no tema escolhido*, bem como compreender de forma significativa o conteúdo matemático envolvido nas situações.

Pode-se destacar que as ideias acima expressas também apresentam ressonâncias com as de Claparède (1956) no início do século XX. O autor argumentava que a função do professor deveria ser a de um “estimulador de interesses, um despertador de necessidades intelectuais e morais”. Nessa visão, o docente, ao invés de limitar-se a transmitir conhecimentos que possui, deveria ajudar os alunos a adquiri-los por si mesmos por meio de pesquisas pessoais.

Em relação ao uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, sobre a escolha de temas, Barbosa (2004) cita a existência de três casos, os quais diferem na forma como a atividade é iniciada e na sua condução. No caso 1, o professor apresenta um problema, descrevendo os dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação. Cabe salientar que, embora um problema da realidade seja muito discutido em um determinado momento e o professor o considere real e interessante, nem sempre o aluno pensa da mesma forma.

*Além disso, notamos também que as concepções de Modelagem convergem para a noção de trabalhar um problema da realidade, visando maior interesse por parte dos estudantes. Todavia, como ressaltam **diversos pesquisadores com os quais concordamos, nem sempre um problema da realidade muito discutido no momento é, na verdade, de interesse do aluno.** (ANDRADE, 2008, p. 51) [grifos meus].*

No caso 2, também o professor apresenta o tema, porém o aluno escolhe o que quer investigar a respeito do mesmo. Àquele caberia apenas a tarefa de formular o problema inicial e a este a condução das tarefas, inclusive a investigação dos dados qualitativos e quantitativos. E, por fim, no caso 3, trata-se de atividades desenvolvidas a partir de temas “não-matemáticos”, que poderiam ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Neste caso, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução são tarefas dos últimos.

É possível observar que os casos de Barbosa estariam relacionados, em parte, com as vivências dos sujeitos envolvidos no desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática. Cabe salientar que, nesse processo, enquanto que as tarefas do professor

diminuem, aumentam as atividades que competem aos alunos e, conseqüentemente, a responsabilidade no processo de aprendizagem, uma vez que são envolvidos na escolha do tema, no planejamento das atividades de coleta de dados, na elaboração e na resolução do problema. Os trabalhos desenvolvidos e apresentados nas teses e dissertações que compõem o material de pesquisa desta tese estão em consonância com o caso 3 de Barbosa (2004), pois a escolha do tema é permitida ao aluno sob orientação do professor.

Nos trabalhos analisados, o ponto de partida para o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar são os interesses dos alunos, os quais, muitas vezes, são direcionados e produzidos. Afinal, eles podem escolher os temas a serem investigados, mas sempre nos limites daquilo que a escola determina como aceitável, encaixando-se dentro de um recorte permitido pelo professor. Dito de outra forma, o uso da Modelagem Matemática, pelo observado nos excertos, não permite uma escolha tão livre, de modo que o interesse da criança acaba sendo produzido por intervenções do educador. Pode-se, então, evidenciar que o professor oportuniza *liberdade aos alunos* para escolher temas de interesse; porém, “o grau de liberdade que se dá aparenta ser proporcionalmente igual à intensidade da atividade de controlar. Contudo, o ato de dar a liberdade também incita ao autocontrole, que faz com que um quinhão na moeda liberdade gere um milhão na moeda controle” (SANTOS, 2006, p. 163). Portanto a liberdade que é proporcionada ao aluno não funcionaria como uma prática redentora e emancipadora, ou seja, ao mesmo tempo em que possibilitaria práticas de resistência, também regularia suas ações, isto é, trata-se, antes de tudo, de uma liberdade regulada.

A liberdade regulada teria vínculos com a educação liberal que, segundo Rousseau (1979), exigiria mais trabalho do mestre, pois ele não só deveria estar presente em todos os momentos, mas também como um ser atuante. Quando Rousseau convidava os alunos para nada fazer, isto significava nada fazer diretamente, mas mediante a manipulação do meio, que era uma forma de incitar a ação da criança e das coisas sobre ela. A arte da educação liberal para Ramirez (2009, p. 171) seria “a arte de acondicionar o meio para conduzir a ação das crianças”. O autor, ainda, em relação à educação liberal, alude que

A educação liberal é uma economia da educação. Mas isso não significa uma educação fraca nem uma educação escassa. Pelo contrário, a educação liberal é uma educação intensiva, permanente, constante, pois é uma educação da natureza, dos homens e das coisas. É uma educação que renuncia ao governo para governar mais [...] (RAMIREZ, 2009, p. 171).

Dessa forma, seria possível inferir que a escola, ao disciplinar e exercer governo sobre os sujeitos modernos, dispensa o uso da violência, valendo-se de métodos sutis de persuasão que agem de forma indireta sobre suas escolhas, seus desejos e sua conduta, deixando-os “livres para escolher, mesmo que constantemente envolvidos por normas que os aprisionam à própria consciência” (VALEIRÃO, 2009, p. 5).

No seu curso *Nascimento da biopolítica* (2008a), Foucault mostra como a liberdade ocupou lugar central na nova forma da razão governamental no século XVIII, mas, com isso, o filósofo esclarece que não quer dizer que entre os séculos XVIII e XIX a “quantidade de liberdade” aumentou. Ao falar em liberdade, trata de uma particular relação entre governantes e governados, onde a prática governamental, antes de respeitar ou garantir determinada liberdade, precisaria dela. Portanto, a “liberdade funciona paradoxalmente, pois ao mesmo tempo em que deve ser fabricada e consumida, deve ser também regulada, controlada; quer dizer, a liberdade só funciona no marco de uma série de coações e regulamentações” (FOUCAULT, 2008a, p. 148).

Ramirez (2009) expressa que quanto à educação liberal, é possível referir que não proporia uma liberdade total, mas sim regulada. A educação, sendo uma forma de condução e direção, poderia ser entendida como uma maneira de governar os indivíduos mediante à produção e regulação da sua liberdade. O governo liberal não seria um abandono ou apagamento do governo disciplinar; pelo contrário, apareceria no momento da consolidação dos dispositivos disciplinares. A educação liberal não pretenderia disciplinar nem regulamentar, mas sim poderia operar “mediante a liberdade de ação do sujeito em um meio que estabelece os seus limites e as suas possibilidades. Por isso, atua sob a forma de uma auto-regulação da conduta” (RAMIREZ, 2009, p. 173).

No caso do uso da Modelagem Matemática, poder-se-ia assinalar que as atividades desenvolvidas serviriam para capturar os conhecimentos que seriam governados. Nesse sentido, “adequar os conteúdos à realidade do aluno constitui-se numa estratégia para capturar o que deve ser governado, não só os saberes, mas também o aluno” (KLEIN, 2010, p. 158). Tratar-se-ia de uma forma de estimular o aluno a pensar que aprender os conhecimentos matemáticos seria objetivo dele e não da escola. Seria possível assinalar que o professor também governa à medida que conduz o aluno para os objetivos que ele estabelece. Nessa linha de pensamento, a educação não seria “libertadora”, pois o discente estaria submetido ao poder, não podendo, portanto, ser livre para fazer tudo o que e como deseja. Nesta ótica, a escola, com seus conteúdos e métodos de ensino, acabaria regulando o que seria importante a

ser aprendido, conduzindo os sujeitos a pensarem sobre o mundo e sobre si mesmos de uma forma determinada. Em relação à Modelagem Matemática, torna-se possível deduzir que, ao incitar vontades, aspirações, interesses, julgamentos, possibilitaria uma sutil produção de técnicas que governariam os indivíduos.

Com base no material de pesquisa analisado, cabe ainda assinalar que a escolha pelos alunos de temas de interesse poderia gerar alguns conflitos, conforme os excertos extraídos do material de pesquisa.

A Modelagem Matemática, utilizada como metodologia de ensino, é um processo bastante ousado e inovador, porque envolve problematização do início ao fim. Ela busca uma situação de interesse dos alunos, na qual o consenso é difícil. Dá origem a muitas incertezas, discussões, dúvidas, curiosidades e inseguranças, tanto dos alunos como, em certos momentos, do professor. Conduz o aluno a pensar, para formular, buscar um modelo e resolver a situação. Envolve também, a parte afetiva, no sentido de que o aluno, para fazer um trabalho de qualidade, deve ficar totalmente mergulhado no tema. (DELLA NINA, 2005, p. 41) [grifos meus].

A escolha do tema de cada grupo gerou em vários momentos conflitos, entre os integrantes do grupo e até entre os grupos. A maior parte dos conflitos se deu pelo fato dos integrantes de cada grupo ter interesse em temas distintos e então ficar o impasse, sendo que cada estudante achava seu tema mais importante que o tema do outro. Neste momento tivemos que fazer algumas intervenções, não para decidir por eles o tema a ser escolhido, mas orientá-los quanto à coleta de dados, pois não existe tema melhor, existe tema com dados mais disponíveis, orientava-mos e assim conseguimos encontrar algo do interesse de todos em cada grupo. Outro conflito se deu em relação a delimitação do problema a ser estudado, pois alguns estudantes pretendiam investigar problemas muito amplos e não conseguiam “delimitar” seus interesses. (ROSA, 2009a, p. 63) [grifos meus].

Os excertos acima evidenciam que a escolha de temas pelos alunos poderia gerar, em *vários momentos conflitos entre os grupos*, por serem os interesses distintos e cada educando considerar seu tema *mais importante que o do outro*. Além disso, em alguns casos, existiriam conflitos no sentido de que os alunos pretendem *investigar problemas muito amplos e não conseguem “delimitar” seus interesses*. Nesse contexto, o papel do professor como mediador é muito importante; não como dono da verdade, mas alguém que também aprenderá e crescerá a cada trabalho proposto. Essa seria uma situação em que o docente teria que aprender a lidar, ou seja, “a insegurança de não ter o controle do processo de ensino aprendizagem em suas mãos” (MACHADO, 2006, p. 20).

Ao propor um trabalho de Modelagem Matemática em que os alunos podem escolher o tema de seu interesse para pesquisar, pode-se assinalar que há a necessidade de o professor estar atento às falas, atitudes e expressões dos alunos para identificar, de alguma maneira, explícita ou implicitamente, como interferir na escolha dos temas. A dinâmica do processo de

Modelagem Matemática possibilitaria uma “liberdade discursiva” em que o aluno, ao negociar, defender seu ponto de vista, problematizar e expor suas ideias, apresentaria ao professor os sentidos que foram projetados por ele na compreensão do tema, bem como na relação de conteúdos matemáticos que acredita estarem relacionados ao assunto em estudo.

O uso de temas de interesse do aluno ao utilizar a Modelagem Matemática pode dar *origem a muitas incertezas, discussões, dúvidas, curiosidades e inseguranças, tanto dos alunos como, em certos momentos, do professor*. A esse respeito, Oliveira expressa que

A presença da modelagem na escola representa desafios para os professores, pois as aulas de Matemática apresentam uma dinâmica diferente, já que acontecerão diversos caminhos propostos pelos alunos para a resolução do problema. Com isso, não há a previsibilidade do que ocorrerá nas aulas na utilização deste ambiente de aprendizagem movendo os professores para uma zona de risco (OLIVEIRA, 2010, p. 82).

Essa imprevisibilidade durante a presença da Modelagem Matemática causaria insegurança no professor, pois como os assuntos matemáticos emergem conforme os temas de interesse dos alunos, frequentemente, não apresentam a mesma linearidade dos conteúdos estudados no currículo escolar. Assim, o que “será produzido na sala de aula vai depender, quase exclusivamente, da participação dos alunos” (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011, p. 51). Cabe expressar também que, em algumas situações, o educador poderá sentir insegurança no uso da Modelagem Matemática porque os temas que são escolhidos pelo aluno são, muitas vezes, de áreas desconhecidas pelo docente, como se percebe nos excertos extraídos do material de pesquisa.

Há ainda obstáculo para o professor, que, muitas vezes, se sente incapaz de desenvolver a modelagem em seus cursos, devido ao desconhecimento do processo, ou mesmo por receio de se confrontar com situações embaraçosas quanto à aplicação da Matemática em outras áreas que não conhece. Além disso, o uso da modelagem pode ocasionar o não-cumprimento do programa do curso, como também exigir um tempo maior para o planejamento das ações. (OLIVEIRA, 2004, p. 45) [grifos meus].

Além disso, no uso da Modelagem é incentivada a pesquisa como uma atividade importante na prática escolar (pesquisa exploratória, interação). Essa pesquisa necessariamente irá ocorrer sobre tópicos externos à Matemática. Assim, há necessidade de o professor pesquisar outras áreas do conhecimento que até então, na maioria das vezes, ele desconhece. Acrescenta-se a isso, o fato de que esses temas também terão tratamento matemático. Assim, o professor deve pesquisar também sobre o próprio conhecimento matemático, ou seja, a Modelagem pode enriquecer o próprio conhecimento matemático do professor, bem como conhecimentos sobre assuntos diversos. [...]

A elevada carga-horária de trabalho, a qual os professores estão comumente submetidos dificulta a elaboração e o desenvolvimento das atividades de Modelagem, porque seu uso requer do professor tempo, pesquisas e estudos. Assim, a elevada carga-horária do professor é uma

barreira ao uso da Modelagem no contexto escolar. (SOUZA, 2007, p. 41) [grifos meus].

O trabalho com a Modelagem Matemática exige muita dedicação por parte do professor e esse muitas vezes não está preparado, devido à formação deficitária recebida e também porque não tem tempo para pesquisar e montar atividades de acordo com o tema escolhido pela turma. O professor muitas vezes trabalha os três turnos, em sala de aula, totalizando dez ou doze turmas, e isso dificulta a sua atuação e aperfeiçoamento profissional. (SOISTAK, 2006, p. 99) [grifos meus].

Num ambiente de aprendizagem com Modelagem Matemática, a situação do professor é de um mediador, orientador do trabalho e, o que consideramos de mais relevância, de aprendiz. Nesse ambiente, o professor não sabe tudo, ele também aprenderá e crescerá a cada trabalho proposto. Essa é uma situação em que o docente terá de aprender a lidar, a insegurança de não ter o controle em suas mãos; é importante estar aberto e valorizar os conhecimentos dos alunos, pois é nessa interação que se dará a aprendizagem. (MACHADO, 2006, p. 21) [grifos meus].

A proposta de Modelagem Matemática, pelo exposto nos excertos acima, tende a proporcionar um rompimento com a forma usual de se trabalhar a matemática escolar, o que poderia ser um dos maiores obstáculos para sua implementação. Burak (2004, p. 4) expressa que este se constitui “em motivo de preocupação entre os professores, já que muitas vezes é necessário compatibilizar o conteúdo estabelecido a priori para determinada série, que se apresenta logicamente ordenado”, e, portanto, na Modelagem Matemática, não existiria uma sequência linear e rígida de abordar os conteúdos, pois estes seriam determinados pelos problemas de interesse do grupo de alunos. Assim sendo, ocorreria “um rompimento com a forma fragmentada, como o conhecimento matemático escolar é trabalhado na maioria das escolas” (SMITH, 2008, p. 45). *Esta é uma situação em que o docente terá de aprender a lidar, a insegurança de não ter o controle em suas mãos.* Para Barbosa, a Modelagem Matemática poderia

[...] ser entendida em termos mais específicos. Do nosso ponto de vista, trata-se de uma oportunidade para os alunos indagarem situações por meio da Matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento. Os conceitos e idéias matemáticas exploradas dependem do encaminhamento que só se sabe à medida que os alunos desenvolvem a atividade. A Modelagem Matemática 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. Então, especificamente, trata-se de uma atividade que convida os alunos a discutirem Matemática no contexto de situações do dia-a-dia e/ou da realidade (BARBOSA, 2001, p. 6).

Aliada à questão da não linearidade dos conteúdos, poderia ocorrer, em alguns casos, a escolha de temas desconhecidos pelo professor, o que geraria insegurança. Existiria, portanto,

um receio de o professor *se confrontar com situações embaraçosas quanto à aplicação da Matemática em outras áreas que não conhece*. Ele necessitaria, então, de tempo de estudo, pesquisa e dedicação, pois *não sabe tudo, ele também aprenderá e crescerá a cada trabalho proposto*. O educador, ao usar Modelagem Matemática, além de pesquisar sobre temas não matemáticos, acabaria investigando *também sobre o próprio conhecimento matemático, ou seja, a Modelagem pode enriquecer o próprio conhecimento matemático do professor, bem como conhecimentos sobre assuntos diversos*. Contudo, *a elevada carga horária do professor é uma barreira ao uso da Modelagem no contexto escolar*.

Entretanto, pela análise empreendida, é possível pensar que, como há interesse dos alunos em responder às situações que emergiram de sua curiosidade, eles acabariam se tornando interessados, responsáveis e participantes do processo de aprendizagem. A seguir, são apresentados alguns excertos evidenciando o enunciado: *o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar torna o aluno interessado e, como consequência, corresponsável por sua aprendizagem*.

Observamos ainda durante o desenvolvimento das atividades do grupo, que cada componente apresentou um comportamento ativo, participativo e de interesse. Nas reuniões que aconteceram durante o processo, geralmente estavam presentes todos os componentes das equipes. Os diálogos ocorridos nos mostraram que todos estavam interessados no assunto, nas dificuldades encontradas e procuravam apresentar soluções alternativas para cada dificuldade. (FERRUZZI, 2003, p. 113) [grifos meus].

Além da oportunidade de resolver situações-problema oriundas de diferentes atividades da comunidade, a Modelagem propicia a discussão e compreensão crítica do mundo em que o aluno vive e, nesse sentido, o aluno é levado a potencializar o conhecimento reflexivo da Matemática e seu significado social. Portanto, pode-se destacar a flexibilidade e a amplitude das ações pedagógicas com a utilização da Modelagem em sala de aula, desenvolvendo habilidades e competências em diversos níveis cognitivos. Essas ações pedagógicas, ao se utilizar a Modelagem, exigem mudanças de postura tanto por parte do professor quanto dos alunos, pois ambos devem estar comprometidos nesse processo. (SONEGO, 2009, p. 19) [grifos meus].

Enquanto nas aulas tradicionais os alunos já sabem quais serão os procedimentos das aulas de Matemática, as quais se iniciam com um conteúdo e posteriormente com exercícios de aplicação, na Modelagem isso ocorre de forma diferente, porque outros encaminhamentos em relação às atividades são apresentados de forma bem mais dinâmica. Nesta tendência o aluno passa a se constituir um sujeito ativo do processo. Ela possibilita caminhos para que o aluno saia da condição de passividade. Na Modelagem o aluno participa e isso torna mais dinâmico o processo de ensino e de aprendizagem. (ROZAL, 2007, p. 136) [grifos meus].

Precisa-se ressaltar que o trabalho investigativo, nas aulas realizadas com Modelagem Matemática, merece atenção não apenas no que diz respeito às concepções dos estudantes, mas também, às atividades propostas e à maneira como o professor conduz o trabalho em aula, orientando e motivando o educando, sem, no entanto, esquecer a cultura e o interesse do aluno por temas da realidade para que se estimule uma

maior participação, fazendo com que se estabeleçam questionamentos e relações de curiosidades, motivando para a pesquisa, e assim, buscando possibilidades de criar, em sala de aula, um ambiente que venha propiciar momentos de construção de conhecimento, de descoberta, de trocas de idéias, de produção de significados e de crítica. (SANTOS, 2006, p. 150) [grifos meus].

Percebeu-se em todo o processo a necessidade de ir relembando muitos conceitos matemáticos, independente do foco ser o estudo de Função, foi-se trabalhando paralelamente, saindo da zona de conforto, com a qual estavam acostumados, sentindo-se apreensivos quanto à capacidade de cada grupo de encontrar um modelo matemático. Com o tempo, essa insegurança foi sendo substituída por interesse e dedicação com tema escolhido, levando-os a construir, significativamente, os conceitos relevantes no desenvolvimento da atividade proposta. (IARONKA, 2008, p. 91) [grifos meus].

Ao mesmo tempo, o trabalho por Modelagem transformou a turma apática e desinteressada em participativa e questionadora. Ao “convidarmos” os alunos a resolverem problemas com referências na realidade a partir de conhecimentos já adquiridos por eles ou pelo grupo, com vistas a formação de outros, **víamos a turma toda se mobilizar para o desenvolvimento das Atividades.** Para evitar que o aluno se perdesse e até para organizar as suas “descobertas” fazíamos constantemente esquemas, resumos e exercícios de fixação. (CHAVES, 2005, p. 133) [grifos meus].

A utilização da Modelagem Matemática requer organização de atividades diversas, tais como: visita ao campo para pesquisa, palestras, materiais para construções de modelos, entre outros. Com as atividades bem planejadas aumenta a segurança do professor considerada um elemento importante para condução das atividades. **O ensino aprendizagem da matemática será mais gratificante, uma vez que o aluno passe a aprender o que lhe desperta interesse, tornando-o então corresponsável pelo seu aprendizado.** O professor também sai ganhando no sentido de que cada tema trabalhado na Modelagem Matemática possibilita aumentar seus conhecimentos. (MARTINS, 2009, p. 68) [grifos meus].

Em nossa pesquisa, analisamos as reações dos alunos jovens e adultos acostumados a ter contatos com conteúdos de forma passiva por meio de aulas expositivas quando expostos à situações aplicadas ao uso da Modelagem Matemática. Destacamos que a intervenção dos professores se torna decisiva na postura dos alunos que buscam adquirir o hábito de discernir entre a omissão e a reflexão no ato de ensinar e aprender. Entendemos a Modelagem Matemática como um modelo pedagógico alternativo, que pode diversificar os métodos de ensino, podendo ser usada para aumentar a motivação nos estudos de Matemática, envolvendo os alunos de uma forma ativa no processo educacional, promovendo debates sobre sua realidade, agindo de forma ativa no processo educacional, promovendo debates sobre sua realidade, agindo de forma a desenvolver as relações humanas intra e interpessoais. (SILVA, 2007, p.43) [grifos meus].

É importante destacar que com a aplicação da Modelagem Matemática, o professor deixa de ser o centro das atenções, já que há uma participação mais ativa dos alunos que podem investigar, partindo de um problema e assim definindo qual o conteúdo que deve ser aplicado na busca da solução. Dessa forma, a matemática passa a ser mais interessante, pois não nos limitamos apenas em conhecer técnicas que são usadas na sala de aula. (WERLICH, 2008, p. 92) [grifos meus].

[...] podemos destacar como ponto importante, a motivação e disposição para aprender demonstrada pelos alunos durante a execução das atividades. Além do interesse natural despertado pelo uso de computadores, as manifestações de empenho sugerem que o uso da

modelagem desperta o interesse dos alunos para aprender. *Principalmente, pela possibilidade de visualizar de forma concreta como atua a matemática no auxílio das explicações dos fenômenos físicos. (SANTOS, 2009, p. 67) [grifos meus].*

*Com o uso da Modelagem nas aulas de Matemática, a mudança foi significativa. **Sanou-se grande parte dos problemas de relacionamento, aprendizagem e de indisciplina. Houve participação e interesse. Os alunos demonstravam gosto pelas aulas, o tempo passava muito rápido e a aprendizagem acontecia.***

***A responsabilidade do professor pela condução das atividades vai sendo mais compartilhada com os alunos.** Constatei, neste relato, que inicialmente os alunos foram colocados diante de um problema sem ter nenhuma indicação de como iniciar a resolvê-lo, tendo, portanto, que criar estratégias para dar conta dele. **Esse foi um convite à investigação de uma situação com referência na realidade, em que o professor não prescreveu etapas a serem cumpridas, mas permitiu que os alunos buscassem seus próprios caminhos.** Durante essa busca algumas questões, não necessariamente matemáticas, podem ser levantadas; essas questões se situam no âmbito do conhecimento reflexivo, ou seja, referem-se ao significado da Matemática na sociedade. (VIECILI, 2006, p. 48) [grifos meus].*

*[...] **a adoção da Modelagem no âmbito escolar pode conquistar, ou seja, ativar o interesse de alunos não interessados pelas aulas, tornando os processos de ensino e aprendizagem mais significativos e agradáveis tanto para o professor quanto para o aluno.** Especificamente, é notável também, pela nossa análise, que esse ambiente de aprendizagem promove a interlocução entre a instituição escolar e a comunidade, um aspecto desejado para unir cada vez mais a escola com a comunidade em que esta se insere, acreditando que esta interlocução traga benefícios para ambas. (ANDRADE, 2008, p. 147) [grifos meus].*

Os excertos remetem à ideia de que a Modelagem Matemática sendo um *modelo pedagógico alternativo*, poderia diversificar os métodos de ensino, sendo usada para *aumentar a motivação nos estudos de Matemática*, envolvendo os alunos de uma *forma ativa no processo educacional*. Isso seria possível porque a Modelagem, ao promover debates sobre a realidade, *torna o aluno ativo no processo educacional*, ou seja, o aluno *interessado se torna corresponsável pela sua aprendizagem* e passaria a ter um papel ativo no *processo ensino aprendizagem*. Dito de outra maneira, ele passaria a ser *o centro do processo de ensino-aprendizagem*, pois seria responsável pelos resultados obtidos e pela dinâmica do mesmo. Pode-se ainda observar pelos excertos que, *quanto maior a afinidade do aluno com o tema, maior será seu interesse, participação e motivação para desenvolver as atividades*, tornando-se *participante do processo ensino-aprendizagem*. Assim, quando em sala de aula os estudantes tiverem a oportunidade de trabalhar com situações reais, de coletar informações e de interpretá-las, estariam *participando da construção de seus conhecimentos*.

Em atividades envolvendo Modelagem Matemática, os excertos acima indicam que, uma turma *apática e desinteressada* se transformaria em *participativa e questionadora*. Dessa forma, os processos de ensino e aprendizagem *tornariam-se mais significativos e agradáveis*

tanto para o professor quanto para o aluno. Pode-se concluir que, utilizando Modelagem Matemática durante o desenvolvimento das atividades, os estudantes *apresentam um comportamento ativo, participativo e de interesse*. Nesse contexto, o uso da Modelagem Matemática lhes permite interessar-se pelo trabalho escolar, propiciando momentos de pesquisa e construção do conhecimento. O professor, nessa forma de trabalho, seria o orientador e organizador do espaço, enquanto que o educando o *responsável pelo andamento das atividades*.

Nesse contexto, a autonomia do aluno estaria sendo construída, pois ele se *torna sujeito ativo do processo* de aprendizagem. Para Jacobini (2004, p. 2), usar Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar apresenta algumas vantagens; entre elas, o fato de que partir de temas do interesse do educando “amplia sua motivação para o estudo e seu comprometimento com as tarefas inerentes ao trabalho com a Modelagem”. Bassanezi (2002) também explicita que, se a escolha for de responsabilidade dos alunos, eles se sentirão corresponsáveis pelo processo de aprendizagem, tornando-se mais autônomos, participativos e interessados. Dewey (1959), no início do século XX, defendia uma educação prática baseada no interesse do educando. Para o autor, despertado esse interesse, o aluno utilizaria toda sua energia, seu esforço em compreender e entender o que lhe é exposto. Ele, porém, discute uma questão importante quanto ao objetivo da educação: “que é que nós realmente queremos conseguir, quando tomamos a capacidade de ser esforçado, como um fim da educação?” (DEWEY, 1959, p. 121). Nessa visão, o esforço só poderia existir em relação a um curso de ação, a uma ação que levaria tempo para se concluir, que passaria por várias fases. Na ótica de Dewey, o educando acabaria fazendo aquilo que considera mais fácil, seguindo a linha daquilo que menor resistência lhe oferecesse. Aliado a isso, só faria as atividades que lhe despertassem o interesse e a atenção.

Para Claparède (1940), o sucesso no processo ensino-aprendizagem seria obtido na medida em que ocorresse um espaço favorável para que cada um manifestasse livremente as suas ideias e desenvolvesse suas capacidades. Para o aluno manter-se incluído na escola desenvolvendo as suas capacidades, o interesse seria a grande alavanca. O autor reforça que “não esqueçamos que trabalhando pelo indivíduo, desenvolvendo as suas capacidades, a sua originalidade, valorizamos as suas forças e as suas riquezas latentes, talvez principalmente, pela sociedade” (CLAPARÈDE, 1940, p. 37). Uma função da escola, para ele, seria, “a disposição natural para cada um se conduzir de certa maneira, para compreender ou sentir de preferência certas coisas, ou executar certas espécies de trabalhos” (Ibidem, p. 3). Nesse

sentido, argumenta que se a escola não levar em conta as considerações do aluno, não acontecerá o rendimento esperado e ainda se poderia perder tempo tentando desenvolver nele capacidades que não possui. Tais ideias têm similitude com os objetivos da Modelagem Matemática, a qual objetiva tornar o aluno *crítico, autônomo, responsável* por meio de temas de interesse deste. A esse respeito, Valeirão, em outro momento, manifesta que

A escola, em sua constante busca pelo enquadramento dos sujeitos, normatiza o tempo, produzindo sujeitos auto controlados. Ao normatizar o tempo, a escola passa a exigir que todos internalizem, apreendam esse tempo que serve como medida comum para todos, determinando a aprendizagem dos sujeitos e excluindo aqueles que não se enquadram nesse tempo. Responsabilizar os sujeitos pela sua adequação ao tempo escolar pela sua aprendizagem, caracteriza-se como uma perversa estratégia da escola moderna para determinar aqueles que podem ou não ocupar o espaço escolar (VALEIRÃO, 2009, p. 75).

Pode-se assinalar que a oportunidade dada aos alunos para escolherem temas de interesse, estabeleceria um “processo de negociação” entre alunos e professor, bem como entre aluno e aluno, que também poderia se constituir em um modo de regulação das ações das pessoas envolvidas. A respeito disso, Ramirez (2009, p. 240) argumenta que a “conduta de aprendizagem compreenderia a uma tentativa por manter ou conseguir um equilíbrio na atividade mental”; a aprendizagem estaria ligada a uma necessidade e implicaria um interesse, fato que determinaria e condicionaria a tarefa educativa. A criança aprenderia devido à existência da necessidade e interesse que deveriam ser satisfeitos e não porque estaria submetida a um processo programado de ensino ou instrução. Sendo assim, “só se aprende verdadeiramente como resultado da própria ação e do próprio interesse” (Ibidem, p. 240).

Mesmo considerando que tanto o pensamento de Dewey como o de Claparède foram elaborados em tempos históricos diferentes do produzido por Foucault, considero que as ideias acima expressas podem estar em sintonia com as de Foucault (2008a), quando se refere que “os interesses são, no fundo, aquilo por intermédio do que o governo pode agir sobre todas estas coisas que são, para ele, os indivíduos, os atos, as palavras, as riquezas, os recursos, a propriedade, os direitos” (FOUCAULT, 2008a, p. 61). Para o filósofo, o homem não é livre, nem autônomo; ele é governado. Governar seria conduzir a conduta. Nas palavras de Marshall,

[...] governar é uma forma de atividade dirigida a produzir sujeitos, a moldar, a guiar ou afetar a conduta das pessoas de maneira que elas se tornem pessoas de um certo tipo; a formar as próprias identidades das pessoas de maneira que elas possam ou devam ser sujeitos (1994, p. 29).

Na perspectiva foucaultiana, várias instituições e dispositivos da vida cotidiana teriam a função de regulação e controle, como seria o caso da escola. Esta se tornou o local de formar sujeitos úteis e disciplinados que não questionem demais a estrutura do sistema social nos aspectos de liberdade, igualdade e justiça social ou no aspecto econômico. Mais do que local de construir conhecimentos, ela seria um dispositivo para adestrar corpos, torná-los dóceis, úteis e produtivos, que poderia ser feito por meio de uma vigilância permanente e intensa sobre os comportamentos, gestos, movimentos dos indivíduos. Nesse contexto, poder-se-ia inferir que o uso da Modelagem Matemática, ao tomar como ponto de partida para o processo pedagógico temas de interesse do aluno, estaria produzindo sujeitos disciplinados e possíveis de serem conduzidos, pois, ao permitir tal escolha, o educando se tornaria interessado em responder suas dúvidas e, conseqüentemente, responsável e participante do processo ensino e aprendizagem.

Apesar da diversidade de indivíduos que compõem a população, Foucault (2008b) salienta que existiria pelo menos uma invariante, que seria o motor da ação da população: trata-se do desejo. É este o elemento que poderia propulsar a ação de todos os indivíduos. Para o filósofo, “o desejo é aquilo por que todos os indivíduos vão agir [...] é a busca do interesse para o indivíduo” (FOUCAULT, 2008b, p. 95). Segundo o autor, na medida em que o governo estaria articulado ao desejo, ele mexeria com interesse:

O governo, em todo caso o governo nessa nova razão governamental, é algo que manipula interesses. [...]

A partir da nova razão governamental – e é esse o ponto de deslocamento entre a antiga e a nova, entre a razão de Estado e a razão do Estado mínimo – a partir de então o governo já não precisa intervir, já não age diretamente sobre as coisas e sobre as pessoas, só para agir, só está legitimado, fundado em direito e em razão para intervir na medida em que o interesse, os interesses, os jogos de interesse tornam determinado indivíduo ou determinado processo, de certo interesse para os indivíduos, ou para o conjunto dos indivíduos, ou para os interesses de determinado indivíduo confrontados ao interesse de todos. O governo só se interessa pelos interesses (FOUCAULT, 2008a, p. 61-62).

A noção de autodisciplina, de autonomia e de liberdade dos indivíduos seria fundamental nesse tipo de sociedade governamentalizada, pois o desejo individual acabaria produzindo o interesse geral da população. Nesse sentido, a criança seria levada do desejo a intenções conscientes e, destas, a propósitos mais amplos, na forma de aspirações e ideais. Podemos analisar essas questões, aproximando-as do objetivo da gestão das populações a partir de uma “naturalidade do desejo delas e da produção espontânea do interesse coletivo

pelo desejo” (FOUCAULT, 2008b, p. 96). Para que o aluno quisesse aprender e ter despertado o desejo de estar e permanecer na escola, além da disciplinarização dos saberes e do corpo, seria necessário desenvolver novas estratégias pedagógicas, que poderiam estar centradas muito mais “na atividade da criança, no seu ritmo individual, nas relações interpessoais que ela estabelece com o grupo do que nas leis que regem seu desenvolvimento” (COUTINHO, 2008, p. 182).

Foucault (2004) expressa que todo sistema de educação é uma maneira política de manter ou modificar a apropriação dos discursos com os saberes e poderes que eles trazem consigo. Nesse contexto, o sistema educativo poderia conduzir a conduta dos sujeitos que colocassem determinados discursos em circulação, legitimando ou reforçando o poder. Nessa ótica, o professor, na condição daquele que ensina, estabeleceria com o aluno uma relação de poder. Este, na condição daquele que aprende, também o exerceria, que, presente nessa relação, flutua, constantemente, como em um jogo de forças. “O poder deve ser analisado como algo que circula, ou melhor, como algo que só funciona em cadeia”. (FOUCAULT, 1979, p. 183). Poderia-se, então, evidenciar que o poder, não pertence a alguém, ele é simplesmente exercido, portanto, circula. Isso significa que há submissão de um em relação ao outro, no caso, professor e aluno, isto é, todos têm condição de exercê-lo em determinado momento ou situação, mas também de submeter-se a ele. Ademais, na perspectiva foucaultiana, não há uma sociedade sem relações de poder e estas são entendidas como jogos estratégicos que buscam conduzir a conduta dos outros.

O termo “conduta”, apesar de sua natureza equívoca, talvez seja um daqueles que melhor permite atingir aquilo que há de específico nas relações de poder. A “conduta” é, ao mesmo tempo, o ato de “conduzir” os outros (segundo mecanismos de coerção mais ou menos estritos) e a maneira de se comportar num campo mais ou menos aberto de possibilidades. O exercício de poder consiste em “conduzir condutas” e em ordenar a probabilidade. O poder, no fundo, é menos da ordem do afrontamento entre dois adversários, ou do vínculo de um com relação ao outro, do que da ordem do “governo” (FOUCAULT, 1995, p. 243-244, grifos do autor).

A conduta, nessa visão, seria um ato que consiste em conduzir, mas também a maneira como uma pessoa se conduz, como se deixaria conduzir, como seria conduzida e como, afinal de contas, ela se comportaria sob o efeito de uma conduta que seria ato de conduta ou de condução. A noção de conduta permitiria a descrição de uma modalidade de poder que se exerce pelo acompanhamento, direção e orientação controlada da liberdade.

Talvez se pudesse assinalar que as estratégias de poder do discurso governam os

sujeitos pela possibilidade de autonomia que é designada no momento da escolha dos temas e no direcionamento da investigação nas atividades de Modelagem Matemática. O estabelecimento de relações democráticas entre alunos e professor seria o ato que caracteriza a liberdade dos sujeitos, pois o docente governaria deixando ao educando uma certa possibilidade de livre escolha. Configura-se, nessa ótica, uma forma de poder em que “a liberdade dos indivíduos, entendida como o domínio que eles são capazes de exercer sobre si mesmos é indispensável a todo o Estado” (FOUCAULT, 1998, p. 74), o que leva a questionar: será que o uso da Modelagem Matemática não estaria conduzindo os alunos a serem disciplinados em nome de suas liberdades?

Para o filósofo (1995, p. 244), “o poder só se exerce sobre sujeitos livres”. A liberdade e o poder não se opõem, ao contrário, provocam-se e lutam, constantemente, na condução das condutas dos sujeitos. Essa implicação entre as relações de poder nas formas de constituição das subjetividades indica que “a análise, a elaboração, a retomada da questão das relações de poder, e do agonismo entre relações de poder e intransitividade da liberdade, é uma tarefa política incessante; [...] inerente a toda existência social” (FOUCAULT, 1995, p. 246). O poder, na perspectiva aqui assumida, não é algo que se possui, mas que se exerce e circula, que se difunde e se espalha em rede.

O que faz com que esse poder se mantenha e seja aceito “é simplesmente que ele não pesa só como uma força que diz não, mas que de fato ele permeia, produz coisas, induz ao prazer, forma saber, produz discurso” (FOUCAULT, 1979, p. 8). Pode-se inferir que a Modelagem Matemática seria uma prática produtiva de regulação de condutas, pois ao permitir a escolha de temas de interesse dos alunos, objetiva tê-los interessados, participativos e responsáveis pela aprendizagem. Seu exercício não obrigaria os outros a fazerem o que se quer ou a obedecerem a um governante; ao invés disso, consistiria em um conjunto de ações diluídas em todo o corpo que opera sobre os sujeitos livres, fazendo-os agir. Para Foucault (1999a), governar consiste em uma atividade que conduz a todos e a cada um, um processo que ao mesmo tempo individualiza, totaliza e normaliza. Considerando a Modelagem Matemática uma forma de governar, poder-se-ia expressar que o uso dessa prática seria um exercício de dirigir e regular modos de ser e agir dos indivíduos, pois tem como meta tornar o aluno corresponsável por sua aprendizagem e, conseqüentemente, interessado na matemática escolar. Nesse contexto, estar-se-ia incitando o aluno a tornar-se um sujeito autorrealizado, autônomo, alguém disposto a aprender continuamente, com capacidade de resolver problemas.

Finalmente, apresento alguns excertos extraídos do material de pesquisa que indicam o enunciado: *o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar suscita o interesse do aluno pela matemática escolar.*

A Modelagem Matemática é uma prática que propõe mudanças e superação de algumas ações pedagógicas tradicionais, bem como se constitui um eixo que se situa numa perspectiva progressiva da Educação Matemática. A Modelagem, no ensino, pode ser um caminho para despertar, no aluno, o interesse por tópicos matemáticos que ainda desconhece. (VIECILI, 2006, p. 33) [grifos meus].

Pude constatar que a Modelagem desperta muito interesse e empolgação nos alunos, principalmente quando o assunto é escolhido por eles. Modelagem resgata o gosto e o interesse pelas aulas, aproxima a disciplina da realidade do aluno. Há um comprometimento na busca de soluções para os problemas, caracterizando atitudes positivas em relação à Matemática. Também estabelecem contatos com outras áreas do conhecimento caracterizando um processo inter, multi e transdisciplinar. Os alunos sentem-se atuando e a Matemática passa a fazer sentido. Assim, a Modelagem Matemática confirma-se como uma oportunidade de aprendizagem ampla, geral e irrestrita mas também de valorização, de utilidade e embelezamento da Matemática. (KFOURI, 2008, p. 25) [grifos meus].

A modelagem pode ser um caminho para despertar nos estudantes o interesse pela Matemática, sendo que este tipo de trabalho propõe ao estudante uma maneira de aprender investigando por meio de situações-problema que têm a sua origem em situações da vida cotidiana. [...] Podemos salientar ainda, que esta metodologia pode: estimular a criatividade do aluno; desenvolver a habilidade na resolução de problemas; **melhorar a compreensão dos conceitos matemáticos; promover o interesse pela disciplina;** aproximar a Matemática de outras áreas do conhecimento; ressaltar a importância da Matemática na formação do aluno. (PIRES, 2009, p. 45) [grifos meus].

A incorporação de atividades que envolvam Modelagem Matemática em sala de aula despertam o interesse dos alunos pelos conteúdos matemáticos, facilitando a aprendizagem e permitindo conectar a lógica matemática com aspectos aos quais eles estão mais familiarizados. Além disso poderá permitir que essa racionalidade passe a ser aplicada na compreensão de outros fenômenos da vida em sociedade (cultura, política, economia, ecologia, etc.). (ROCHA, 2009, p. 27) [grifos meus].

Queremos dizer que acreditamos que nossos objetivos foram alcançados. Durante este tempo pudemos concluir que a Modelagem Matemática pode ser trabalhada na EJA com o auxílio de vários temas sejam eles transversais ou não. Ficou claro nesta pesquisa que, quanto maior a afinidade do aluno com o tema, maior será o seu interesse, a sua participação e motivação para desenvolver as atividades. Em nosso estudo os temas transversais propuseram aos alunos momentos de educação para a cidadania, para a vida e para momentos de solidariedade e respeito ao outro. (ROZAL, 2007, p. 139) [grifos meus].

Diante da possibilidade de ver a Matemática aplicada a situações reais, a aula torna-se mais atrativa para os alunos, como eles próprios citaram, promovendo, assim, uma aprendizagem mais significativa. O ensino, por meio da Modelagem, passa a dar sentido ao estudo da Matemática. (CHAVES, 2006, p. 112) [grifos meus].

Elaboramos materiais próprios que possuam potencial de serem significativos e que têm o objetivo de evidenciar a importância da aplicação de modelos matemáticos para a representação de situações reais, estimularem o interesse do estudante pelo conteúdo matemático

escolar, por intermédio de atividades significativas e permitir a ele uma atitude de investigação, possibilitando-lhe enxergar matemática em situações cotidianas. (POSTAL, 2009, p. 50) [grifos meus].

Salienta-se ainda, que a Modelagem Matemática pode influenciar positivamente a motivação dos estudantes em relação à Matemática. A abordagem de situações da realidade dos alunos pode despertar maior interesse pela Matemática e, conseqüentemente, maior motivação nessa área. O fato dos estudantes participarem ativamente da ação, propondo problemas e soluções, também pode se constituir num agente motivador. (PEREIRA, 2008, p. 95) [grifos meus].

As atividades de modelagem matemática possibilitaram avanços em relação ao estabelecimento de relações tanto no campo da matemática como com os demais, trazendo significado para o aluno em conseqüência das conexões com diferentes formas matemáticas, outras áreas do conhecimento e situações do cotidiano, constituindo-se numa maneira interessante de comunicar o conhecimento matemático, que geralmente perece no ato da comunicação. Assim, através da metodologia da modelagem apropriamos-nos de alguns dos múltiplos saberes contidos nas situações problematizadas em sua materialidade, relacionando aspectos locais com o global, contribuindo para a formação dos alunos, ajudando-os a exercer a cidadania e a considerar valores éticos, como ficou evidenciado na redução do consumo mensal de água de alguns estudantes e nos esforços envidados no restabelecimento da paz no ambiente da escola. (DAMIN, 2004, p. 117) [grifos meus].

A forma como as atividades mediadas pela Modelagem Matemática são trabalhadas, desperta no aluno uma autonomia em relação ao saber, ou seja, desperta nos alunos o interesse por tópicos matemáticos, ou em outras áreas do conhecimento, que ele ainda desconhece, pois ele percebe que é capaz de sair em busca da construção de seu próprio conhecimento [...]

*O professor percebeu e destacou que a forma como os assuntos são abordados via atividades de Modelagem Matemática, cuja característica principal é a proximidade com a realidade dos alunos, facilita a interação entre os alunos e entre os alunos e o professor, **facilitando assim o interesse e empenho em aprender os conteúdos abordados.** (MACHADO JÚNIOR, 2005, p. 102) [grifos meus].*

*A Modelagem Matemática apresenta-se como uma alternativa para superar a forma usual de ensinar Matemática, trabalhando-se por meio de questionamentos e reflexões, sem a preocupação de seguir conteúdos, mas usando-os à medida que surgisse o interesse, ou seja, que **os conteúdos fossem trabalhados de uma maneira prazerosa e interessante.** O objetivo desse trabalho foi resgatar o gosto e o interesse do aluno pela Matemática, por meio de uma política que o levasse à busca da relação existente e estabelecida entre o mundo real e o mundo matemático. A opção pelo tema “fumo” deveu-se por ser um problema real na vida do adolescente, além de se apresentar como um grave problema social. Funcionou como elemento motivador, levando-os a adquirir conhecimentos científicos e matemáticos sobre o tema, por meio dos dados coletados nas entrevistas, assim como dos problemas levantados e resolvidos pelos próprios alunos. (ABDANUR, 2006, p. 83) [grifos meus].*

*A preocupação com o baixo desempenho dos estudantes na própria Matemática é muito grande. Assim, **uma das finalidades do uso desta metodologia é ampliar o conhecimento matemático, organizar o modo de pensar e agir matematicamente, despertar o interesse, a curiosidade e relacionar a teoria à prática.** Deste modo, entendemos que o uso da Modelagem Matemática em sala de aula pode proporcionar uma maior compreensão dos conceitos matemáticos, aprimorar a capacidade de interpretação de situações e da aplicação dos saberes adquiridos em situações reais. (FERRUZZI, 2003, p. 49) [grifos meus].*

O uso da Modelagem Matemática, ao possibilitar a escolha de temas de interesse do aluno, promove a valorização da matemática escolar, pois, conforme os excertos, tem-se *a crença de que com este processo os alunos aprendem mais e conseqüentemente interessam-se mais pela Matemática*. Nesse contexto, a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar poderia ser *um caminho para despertar, no aluno, o interesse por tópicos matemáticos que ainda desconhece*, bem como proporcionar *maior compreensão dos conceitos matemáticos* e desenvolver um conhecimento *mais crítico e reflexivo acerca dos conteúdos* da matemática escolar. Pelo exposto nos excertos, uma das finalidades *do uso desta metodologia seria ampliar o conhecimento matemático*, organizando o modo de *pensar e agir matematicamente*, aprimorar a capacidade de interpretação de situações e da *aplicação dos saberes adquiridos em situações reais*, bem como *despertar o interesse e a curiosidade do aluno* pelos conteúdos matemáticos e pela própria matemática.

De maneira geral, a Modelagem Matemática seria uma forma de *despertar o interesse para o estudo da Matemática*, favorecendo não somente o ensino, mas também contribuiria de forma significativa para reflexões. Assim, “usando situações práticas aplicamos a “matematização” e técnicas para a resolução, e ainda, para interpretações das soluções encontradas na linguagem do mundo real, possibilitando o ensino de uma matemática crítica e reflexiva” (KFOURI, 2008, p. 137, grifos do autor). Os alunos, pelo que foi expresso nos excertos, reconhecem que a Modelagem Matemática possibilitaria o acesso ao conhecimento matemático a partir do conhecimento cotidiano, uma vez que destacam a existência da relação entre esses dois tipos de conhecimentos. Ficou evidente a importância da Matemática no dia a dia, ou seja, a matemática escolar “ajudando a formar sujeitos capazes de atuar ativamente na sociedade, e em particular, capazes de analisar a forma como a matemática é usada nos debates sociais” (BARBOSA, 2004, p. 2). Na mesma direção, Della Nina (2004, p. 41-42) alega que, no uso da Modelagem Matemática, o gosto e o prazer estão presentes a todo instante. Aliado a isso, expressa: “no anseio de resolver o problema, a Matemática é valorizada e, em seguida, à vontade de conhecê-la, explorá-la, redescobri-la também se mostra com mais evidência”.

A *interação entre a Matemática e outras áreas do conhecimento*, pelos trechos apresentados, contribuiria para o aluno *perceber a importância da Matemática no contexto social e político na sociedade*. As atividades de Modelagem Matemática proporcionariam *avanços em relação ao estabelecimento de relações tanto no campo da matemática como com os demais*, possibilitando aos alunos verificarem *conexões com diferentes formas*

matemáticas, outras áreas do conhecimento e situações do cotidiano, constituindo-se numa *maneira interessante de comunicar o conhecimento matemático*. Nesse sentido, pode-se assinalar que a Modelagem Matemática, ao permitir a possibilidade de relacionar a teoria com a realidade vivida pelos alunos, estaria estabelecendo um elo com o mundo real. De acordo com o expresso nos excertos acima, seria produtivo para *despertar nos alunos o gosto em aprender Matemática*. Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 85) a esse respeito expressam que

a Modelagem Matemática é vista por muitos como uma estratégia pedagógica motivadora, capaz de despertar o interesse do aluno pela Matemática, relacionando-a com fatos do seu cotidiano ou, de modo mais incisivo, com as necessidades cotidianas de suas comunidades.

Santos e Bisognin (2007), ao relatarem sua experiência sobre Modelagem Matemática, também comentam que os alunos demonstraram interesse pela disciplina por perceberem sua aplicação no cotidiano, além de melhorarem seu desempenho durante as atividades. Para os autores, o contexto favorável à aprendizagem que se cria durante o desenvolvimento de atividades de modelagem permite que a Matemática deixe de ser uma disciplina de difícil aprendizagem. Nesse contexto, os resultados obtidos com os alunos poderiam ser animadores, pois se observa mudança das concepções e do sentimento que a Matemática desperta, notando-se uma maior motivação para a disciplina e, conseqüentemente, para os conteúdos estudados.

Para Dewey, no início do século XX, tornar as coisas interessantes só tinha sentido se fosse considerada a teoria do interesse indireto e mediato. Para o autor, seria, dessa forma, que a educação tornaria as coisas interessantes, ou seja, fazer com que o aluno tome ciência das relações e não simplesmente usar artifícios para tal. Por isso, ele critica a ideia pedagógica de que “depois de escolhida a matéria do ensino é que cabe ao mestre torná-la interessante” (DEWEY, 1978, p. 75), pois a escolha seria prévia ao próprio sujeito, restando disso o uso de artifícios pelo professor. Tentar tornar as coisas interessantes, segundo o mesmo autor, resultaria em erro da mesma forma que selecionar as matérias de ensino e seus conteúdos independentes da questão interesse. Tornar as coisas interessantes omitiria as tendências e necessidades dos educandos, além de reduzir o método de ensino a artifícios externos de preparação do material sem relação com o aluno para conseguir qualquer soma de atenção. Um problema pedagógico importante seria descobrir a relação intrínseca entre o objeto e o indivíduo, pois, da percepção consciente dessa relação, obter-se-ia a atenção do docente.

Dewey é enfático ao comentar que não concorda com a teoria de que se pode tornar algo interessante:

Tudo depende dessas relações e das percepções delas. Na criança, a visão das coisas não vai além do primeiro plano, mas à medida que ela cresce em experiência, a visão também se alarga, e um fato, coisa ou ação qualquer já não é encarada em si mesma, mas como parte de um todo maior. Se esse todo lhe pertence, ou se o seu próprio movimento o põe em contato com esse todo, aquela coisa ou aquela ação passa a interessá-la. Desse modo, e somente desse modo, é verdadeira a idéia de “tornar as coisas interessantes”. Em outro qualquer sentido não conheço doutrina mais desmoralizadora – quando compreendida literalmente – do que a desses falsos adeptos da teoria do interesse, que afirmam que *depois de escolhida a matéria do ensino é que cabe ao mestre torná-la interessante* (DEWEY, 1978, p. 74-75 – grifos do autor).

É, portanto, viável pensar que, para tornar as coisas interessantes, seria necessário descobrir as relações e a significação real do objeto de estudo, ou seja, descobrir a “relação intrínseca entre a matéria, ou objeto, e a pessoa, relação essa que, uma vez conscientemente percebida, passa a ser o motivo de atenção” (DEWEY, 1959, p. 75). Para o autor, interesse traduz a ideia daquela atitude que preza pelos efeitos da ação e tenta, por meio desta, garantir as melhores e evitar as piores. Isto é, expressa a dimensão de “ser ativo, que participa das consequências ao invés de ficar de fora deles” (Ibidem, p. 137). Nessa perspectiva, o sujeito interessado seria aquele que reage diante da situação, pois determina o curso dela, ou seja, age em direção a um objetivo. Dewey explicita que a tarefa educativa orientada pela concepção do interesse, consistiria em “descobrir objetos e modos de ação, que estão conectados com capacidades presentes [...] por em movimento uma atividade e mantê-la de maneira consistente e contínua” (DEWEY, 1959, p. 139). O autor afirma que o saber seria constituído por conhecimentos e vivências de forma dinâmica.

Nessa ótica, alunos e professores teriam experiências próprias, aproveitadas no processo de construção e aquisição de conhecimentos. O processo então se constituiria por interesses expressos a partir do valor educativo atribuído pelos envolvidos. Ao docente caberia descobrir quais interesses do educando poderiam servir de apoio para interação entre vivência e os próprios interesses, elementos norteadores da ação educativa. O uso da Modelagem Matemática seria uma alternativa de o professor descobrir os interesses do aluno, utilizando-os para suscitar o interesse pela matemática escolar.

Ramirez (2009) menciona que a teoria clássica do interesse parte do pressuposto de que seria possível tornar as coisas interessantes de tal forma que pudessem ser aprendidas

pelo indivíduo. Mas, o mesmo autor comenta que para Dewey, as coisas não poderiam ser mais interessantes do que são, ou melhor, elas não se tornariam interessantes por si mesmas. Nas palavras de Dewey (1978, p. 69), “recorre-se simplesmente a alguma outra coisa de que a criança goste”. Por isso, Ramirez (2009, p. 236) argumenta que, na teoria clássica do interesse, quando se “pensava em tornar alguma coisa interessante, o que acontecia realmente era que se recorria a alguma outra coisa que a criança gostava, na esperança de excitá-la, para assim conseguir que assimilasse aquilo inicialmente repulsivo”.

Nos excertos, pode-se ainda observar que a vinculação entre a matemática escolar e o mundo social propiciaria ao aluno um maior interesse pelos conteúdos matemáticos, pois, por meio de situações reais, ele se sentiria interessado em conhecê-los. A articulação da Matemática com questões vivenciadas pelos alunos provocaria nos mesmos o interesse pela matemática escolar, pois como citado por Ramirez (2009, p. 237) “quanto maior a afinidade do aluno com o tema, maior será o seu interesse, a sua participação e motivação para desenvolver as atividades”.

Claparède (1956), em meados do século XX, revela a existência de interesses intelectuais gerais, os quais seriam os que corresponderiam à fase dos “porquês.” Na ótica do autor, nas escolas, as diversas disciplinas de ensino geralmente são estudadas sem que se tenha previamente despertado o interesse do aluno, ou mostrado e explicado o porquê e o como das coisas. As crianças, constantemente, acabam perguntando “por que tenho que estudar isto”? Claparède afirma que a resposta à questão, geralmente, é expressa conforme a utilidade das coisas, exemplificando: “Uma faca é para cortar; um cavalo é para puxar a carroça” (CLAPARÉDE, 1956, p. 484). O professor e o mestre poderiam aproveitar essa atração pelo utilitarismo das crianças para a educação. Nesta perspectiva, seria fundamental mostrar aos alunos qual seria a razão prática desta ou daquela ordem dada, da proibição que se impõe, de uma lição para fazer. Claparède (Ibidem) expressa ainda que, explicando a utilidade das coisas, “vencer-se-ia sem esforço a resistência instintiva que ele [referindo-se ao aluno] opõe ao cumprimento daquilo que, a seu ver, não corresponde a nenhuma necessidade”. Como na Modelagem Matemática o aluno parte de situações de seu interesse, ao resolvê-las utilizando conceitos da matemática escolar, estaria respondendo às questões de utilidade do conteúdo, o que despertaria o seu interesse pela matemática escolar.

Barbosa et al (2011) explicita que a Modelagem Matemática seria um meio para o desenvolvimento do ensino e da aprendizagem da matemática escolar, possibilitando ao aluno visualizar o conteúdo de forma diferente da usual. Nessa visão, seria a ele proporcionado

verificar os significados de determinados conteúdos, despertando, possivelmente, o interesse sobre a relação destes e as diversas situações em que os mesmos estão presentes. Para esses autores, poder-se-ia dizer que a Matemática quando relacionada à realidade se tornaria muito mais interessante para os alunos, ou seja, aprender o conteúdo apresentado seria muito mais prazeroso quando aplicado em uma situação real e, conseqüentemente, compreender-se-ia o processo para sua aplicação.

A discussão levada a efeito neste capítulo me leva a concluir que a utilização da Modelagem Matemática em sala de aula proporcionaria ao aluno uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos, pois haveria o envolvimento do aluno, haja vista se partir de situações de seu interesse para estudar conteúdos matemáticos. Entretanto, mesmo que se utilizem situações de interesse do discente em atividades envolvendo Modelagem Matemática, objetiva-se construir um modelo matemático que é a representação da realidade.

6 REPRESENTAÇÃO MATEMÁTICA E O PRIVILEGIAMENTO DA MATEMÁTICA ESCOLAR

[...] o que todo mundo vê nem sempre se viu assim. O que é evidente, além disso, não é senão o resultado de uma particular ex-posição das coisas e de uma determinada constituição do lugar do olhar. (LARROSA, 1994, p. 83).

Neste capítulo, discuto de modo mais aprofundado duas questões que emergiram da análise do material de pesquisa. A primeira delas diz respeito à representação, pois, ao final de uma atividade envolvendo Modelagem Matemática, tem-se como objetivo a construção de um modelo matemático. A segunda se refere ao lugar privilegiado atribuído à matemática escolar em atividades envolvendo a Modelagem Matemática.

6.1 Representação matemática e Modelagem Matemática

A análise do material de pesquisa foi produtiva para assinalar o fato de que, ao utilizar a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, embora tomando como ponto de partida para o processo pedagógico temas de interesse do aluno, tem-se por objetivo a construção de um modelo matemático, o qual seria uma possível representação da situação-problema vinculada ao tema de interesse do aluno. Isso pode ser percebido nos excertos a seguir, extraídos do material de pesquisa.

Este relacionamento merece algumas ressalvas: primeiro, é importante considerarmos que, ao trabalhar com entes matemáticos teremos uma avaliação precisa do modelo, enquanto que, ao trabalharmos com entes do chamado mundo real, o modelo, como interpretação, passa a ter uma abrangência parcial, dependendo dos aspectos do problema que estamos privilegiado. Em segundo, esta idéia de que o modelo matemático é uma interpretação, através da linguagem matemática, de um determinado problema, poderá fazer com que aspectos relevantes

do mesmo, por não poderem ser descritos por esta linguagem, sejam deixados de lado. Além disso, a matemática pode ser descrita em uma linguagem formalizada, o que já não ocorre com o mundo real, dificultando a relação mundo matemático/mundo real. (MULLER, 1986, p. 38) [grifos meus].

Desde os primeiros trabalhos científicos, para entender a natureza, o homem tem procurado por regularidades, desenvolvendo modelos, que podem ser entendidos como a codificação dessas regularidades. **Assim, um modelo pode ser visto como uma estrutura que um indivíduo constrói para representar fatos ou vestígios estudados.** [...] De maneira geral, podemos afirmar que um modelo científico é uma descrição simplificada de um sistema físico idealizado, que é aceito pela comunidade científica. No caso da Física, esta descrição envolve tanto proposições semânticas, quanto modelos matemáticos subjacentes. Tais modelos científicos servem como ponte entre o mundo real, que é complexo, holístico, e um mundo idealizado e simplificado, existente apenas na mente dos cientistas, que preserva as características essenciais do sistema ou fenômeno que se pretende descrever, explicar ou prever [...]

De forma ainda mais geral, pode-se encarar **um modelo como uma representação simplificada da realidade ou das principais características de um sistema.** Ele é composto por um conjunto de relações que podem ser expressas sob a forma de palavras, diagramas, tabelas de dados, gráficos, equações matemáticas ou qualquer combinação desses elementos e que possibilite a simulação de fenômenos observados empiricamente ou não. [...] No contexto da aprendizagem, podemos pensar nos modelos como a representação de um problema ou de um fenômeno que se queira apresentar ao aluno. **Desta forma um modelo pode ser entendido como a descrição por meio de símbolos que variam de acordo com o recurso ou a ferramenta disponível para explorá-lo.** Neste contexto, os modelos podem ser representações simples ou sofisticadas, variando de acordo com seu grau de complexidade e o nível de abstração dado. (VASCONCELOS, 2008, p. 34-35) [grifos meus].

Uma das características mais significativas da Modelagem Matemática é a representação do mundo, a simulação da realidade, a transformação da realidade em linguagem matemática e, ao mesmo tempo, o retorno à realidade. A Modelagem Matemática facilita a articulação do conhecimento científico e a realidade, e, em geral, faz uso de um conteúdo mais amplo do que o programado para a série específica. Assim, usando essa estratégia, fica difícil se prender a conteúdos programáticos, pois a necessidade de se obter a solução é que determina o aprendizado dos conteúdos, e, então, eles devem ser inseridos aproveitando-se as oportunidades. (FERREIRA, 2003, p. 272) [grifos meus].

Outro ponto relevante desta experiência de ensino foi a participação do aluno no gerenciamento da elaboração de algumas atividades da unidade. **Poder participar da criação dos problemas e após resolvê-los, obtendo o modelo matemático representativo da situação estudada e discutir a validade do mesmo, forma aspectos consideráveis na adoção da Modelagem.** Essa estratégia permitiu que os modelos encontrados fossem vistos no seu sentido literal e não mais se usou a palavra “fórmula”. Esta palavra lembra coisas que são “decoradas”, sem que se entenda o seu sentido real, de onde saiu e para que serve. O “modelo” que o aluno encontrou foi por ele construído e isso fez a diferença, ele sabia o papel de cada variável, de cada constante. Assim, a Matemática pôde desempenhar um papel formativo, permitindo que habilidades cognitivas, de raciocínio, abstração, reflexão e análise fossem trabalhadas. (CHAVES, 2006, p. 126) [grifos meus].

Não se deve considerar um modelo como definitivo, pois o mesmo (muitas vezes) pode ser melhorado uma vez que a sua aplicabilidade depende sempre da maneira como ele é desenvolvido. Por se tratar de um processo dinâmico, a modelagem é utilizada na resolução e validação de problemas. Por tratar especialmente de problemas da realidade, sua linguagem deve se aproximar ao máximo da linguagem

comum, sendo de grande importância nos conscientizarmos de que estamos, muitas vezes, trabalhando com aproximações da solução do problema real. (STROPPER, 2007, p. 31) [grifos meus].

Para se elaborar um modelo matemático temos que compreender, simular e prever resultados. Um modelo de uma situação real constitui uma representação matemática de uma parte da realidade (uma situação concreta, como a determinação de energia elétrica gasta em uma casa, ou um desenho de um recipiente usado para otimizar volume ou a idéia de objeto ou fenômeno como, por exemplo, a previsão do tempo). Esta representação é realizada por meio de objetos, relações e estruturas da Matemática tais como tabelas, relações funcionais, gráficos, etc. Ao se propor um modelo poderá ocorrer que ele, por ser o resultado de várias aproximações, nem sempre condiz com aquilo que realmente acontece. Por exemplo, afirmar que encontrar um modelo que descreva a curva de lactação das vacas holandesas de EAFRS, talvez não sirva para descrever a lactação do animal num outro ambiente, por exemplo, um ambiente sem fins comerciais. Há variadas situações contendo fatos matemáticos que para serem resolvidos requerem soluções e decisões. Seja como for a resolução, poderá requerer a formulação matemática. (SCHELLER, 2009, p. 26) [grifos meus].

Ao observar os excertos, é possível concluir que uma das características do uso da Modelagem Matemática é a tentativa de *representar matematicamente uma porção da realidade, sendo essa representação dada por um conjunto de símbolos e relações matemáticas, o modelo*. Este, descrito em linguagem matemática, seria entendido como a *codificação de regularidades* encontradas em um tema estudado e necessitaria de compreensão, simulação e previsão para ser elaborado. Concomitantemente ao esforço de *transformação da realidade em linguagem matemática, objetiva-se o retorno à realidade, para fazer interpretações e previsões*. Os trechos acima ainda indicam que o modelo pode ter uma *abrangência parcial*, pois, por um lado, dependeria *dos aspectos do problema que seriam privilegiados* no momento da escolha das variáveis para elaborar o modelo; por outro, poderia acontecer que *aspectos relevantes do mesmo, por não poderem ser descritos por esta linguagem [linguagem matemática], sejam deixados de lado*. Além disso, cabe destacar que não se deveria considerar um modelo como definitivo, pois *o mesmo poderia ser melhorado uma vez que a sua aplicabilidade dependeria da maneira como seria desenvolvido*.

Na Modelagem Matemática, pelos fragmentos anteriores, após a formulação da questão que o aluno deseja responder, ocorre o levantamento de dados e a construção de um modelo matemático que é considerado uma representação da situação-problema criada por meio de um conjunto de símbolos matemáticos, os quais representam de alguma forma o objeto estudado. Esse fato de os alunos poderem *participar da criação dos problemas e após resolvê-los, obtendo o modelo matemático representativo da situação estudada e discutir a validade do mesmo*, foi evidenciado nas pesquisas analisadas como uma estratégia positiva para o aluno entender a matemática escolar, pois tal estratégia permitiria *que os modelos*

encontrados fossem vistos no seu sentido literal e não mais se usou a palavra “fórmula”. Essa representação seria efetivada *por meio de objetos, relações e estruturas da Matemática tais como tabelas, relações funcionais, gráficos, etc.* Dito de outra maneira, *um modelo pode ser entendido como a descrição por meio de símbolos que variam de acordo com o recurso ou a ferramenta disponível para explorá-lo.* Esses símbolos, geralmente representados por letras de nosso alfabeto, associados às operações matemáticas se transformam em um modelo matemático que é uma equação ou função matemática conforme a matemática escolar. Skovsmose (2007) alega que a Modelagem Matemática como representação da realidade estaria relacionada a duas formas de operar.

Por um lado, podemos operar com conceitos matemáticos como sendo parte do mundo das estruturas, como sugerido pelo formalismo. Por outro lado, podemos operar com a realidade do mundo empírico. Um modelo matemático se torna uma representação de parte dessa realidade. Decerto, tal representação não pode ser completa (SKOVSMOSE, 2007, p. 107).

Nessa perspectiva, na Modelagem Matemática, quando são feitas deduções sobre o modelo matemático encontrado, poder-se-ia reinterpretar os conceitos matemáticos e verificar se os resultados encontrados serviriam para as observações empíricas consideradas. Ao investigar o valor do modelo, caso necessário, ter-se-ia a possibilidade de trabalhá-lo novamente para tentar melhorar a sua precisão. Entretanto, considerando as ideias até aqui apresentadas e os objetivos da Modelagem Matemática, seria produtivo fazer alguns questionamentos: Como se poderia fazer uma representação matemática da realidade? O que significaria representar algo real por meios matemáticos?

Para Skovsmose (2008), quando se expressa que a Matemática representa um determinado aspecto da realidade, poder-se-ia estar utilizando o verbo “representar não no sentido de criar uma cópia fiel ou um modelo da realidade, mas no sentido de re-apresentar a realidade em um formato diferente” (SKOVSMOSE, 2008, p. 70). Nessa ótica, a Matemática poderia causar uma reconfiguração do mundo, porém com o cuidado de que ela – a Matemática – apenas re-apresenta a realidade e não é a representação fiel da realidade, pois ao fazer essa representação por meio de um modelo matemático, muitas variáveis acabariam ficando fora da representação. Para o autor, a teoria da representação da linguagem poderia ser pensada simplesmente como: “a linguagem “fotografa” a realidade, como um mapa “fotografa” certa seção geográfica” (SKOVSMOSE, 2007, p. 110). Portanto, um mapa topográfico, ao capturar aspectos essenciais de um campo de batalha, representaria aspectos da realidade, ou seja, mapa e paisagem, apesar de terem diferenças, apresentariam algumas

semelhanças essenciais. O autor afirma que “embora linguagem e realidade sejam entidades diferentes, a representação é possível à medida que linguagem e realidade tenham algo em comum” (Ibidem).

O termo representação foi tratado inicialmente por Platão e usado em relação à arte. Para o filósofo, a representação do real pela arte é pura imitação. Portanto, “a imitação está longe da verdade e, se modela todos os objetos, é porque respeita apenas a uma pequena parte de cada um, a qual, por seu lado, não passa de uma sombra” (PLATÃO, 2000, p. 325). Assim

Apesar do conceito de mimesis ser lembrado antes mesmo de Platão, foi ele quem primeiro instituiu o conceito como imitação da natureza. Logo, para ele mimesis e representação eram conceitos que se encontravam em sentido. Ela seria a imitação, ou seja, seria uma representação direta dos acontecimentos. Porém, a repetição em uma obra de arte, seria a representação da impossibilidade de ser cópia fiel da realidade. Portanto, em Platão, o conceito de mimesis recebe uma extensão sem limite, pois se aplica a todas as artes, aos discursos, às instituições, às coisas naturais que são imitações dos modelos ideais. Sendo ela imitação do real (COELHO, 2011, p. 90).

De acordo com Machado (2010, p. 45), Platão estabelece dois tipos de imagens, dois tipos de cópias: a boa cópia, “o ícone que é uma imagem dotada de semelhança” e a má cópia, que implica uma perversão, uma imagem sem semelhança. “A cópia só se assemelha verdadeiramente a alguma coisa na medida em que se assemelha a ideia como modelo” (Ibidem). Uma representação, então, nessa perspectiva, seria uma entidade que estaria por outra entidade, isto é, uma coisa que estaria por outra coisa.

Para o platonismo, o verdadeiro conhecimento está na ideia, que é a essência verdadeira das coisas, dos valores e dos conceitos. O conceito, a ideia, na visão platônica, é uma verdade atemporal, universal, que o pensamento descobre por meio da razão. Platão, então, separa radicalmente a opinião e as imagens das coisas, das formas ou ideias – modelos ideais dos objetos do mundo físico ou das situações ideais as quais o homem deveria se esforçar para atingir. É a essência íntima, invisível, verdadeira das coisas, que só pode ser alcançada pelo pensamento puro que, segundo o filósofo, afasta os preconceitos, as opiniões. Seria, para ele, apenas por meio do raciocínio puro, sem o auxílio de outros sentidos, ou seja, sem o auxílio do corpo, que a alma conseguiria chegar à verdade das coisas ou a coisa mesma, pois a verdade reside onde a alma alcança.

O filósofo buscava a segurança na imortalidade, no ideal, na ideia, no inteligível, naquilo que não perece; o que só alcançamos por meio da razão. Para tanto, negou o corpo, a

matéria e os sentidos. Para Platão, as regras de um discurso governam o que pode ser dito e o que deve permanecer impronunciável. Esse domínio se daria a partir daquilo que leva os homens para o mundo do controle, ou seja, a razão, que deve impor sua lei sobre o real, o corpo, a matéria, a natureza. Portanto, com Platão, dá-se o estabelecimento da representação como um processo mental; de um lado, a ideia e de outro, as coisas, que não seria mais do que tornar presente o que seria dado na ideia. A representação, em Platão, seria a reprodução do mesmo, como se o pensamento fosse uma mesma forma de pensar, “um aquietar” o pensamento, impedindo-o de se movimentar.

Foucault, em outro momento histórico, diferentemente de Platão, preferiu fazer uso do termo representação, explicando que a linguagem não é a representação do real, pois o signo verbal é arbitrário em relação aos objetos a que ele refere. Além disso, a representação perpassaria uma simples identificação com a realidade, pois ela não seria cópia deste real, mas seria semelhança e diferença em um mesmo espaço. Na perspectiva foucaultiana, a representação seria composta pela repetição – que quando repete acaba por criar algo novo – e pela criação de algo novo por meio da não semelhança com o real.

Na obra *Isto não é um cachimbo* (1988), Foucault argumenta que na tela pintada pelo pintor, na obra de René Magritte¹⁸, o cachimbo do quadro, a palavra cachimbo ou a frase acerca do cachimbo não são cachimbos, pois são representações dele. Nesse contexto, o desenho seria apenas a representação de um objeto. Para o filósofo, a representação do real não seria uma clara cópia dele, já que mesmo repetindo a realidade, a repetição seria de maneira diferente, criando algo novo. Nesse contexto, o filósofo mostra como o pintor dissocia representação e realidade e não trabalha a favor da semelhança, mas, ao contrário, busca pontos de fuga que tecem nuances e possibilidades para a própria realidade.

O que Foucault nos traz em *Isto não é um Cachimbo* seria o fato de que a afirmação do objeto do discurso por meio de sua representação comumente deliberada por suas propriedades de semelhança adquire valor diverso quando analisadas suas dimensões de similaridade – o que equivale a dizer que a representação do objeto real na rede do similar destoa o valor do real e traça novos sentidos na rede de enunciados em que emerge. Nas palavras do autor

[...] Magritte dissociou a semelhança da similitude e joga esta contra aquela. A semelhança tem um "padrão": elemento original que ordena e hierarquiza

¹⁸ Magritte desenha uma tela com um cachimbo em que aparece a inscrição “ceci n'est pas une pipe” (em francês: isso não é um cachimbo) e, logo acima dessa tela, um outro cachimbo representando o referente para a tela.

a partir de si todas as cópias, cada vez mais fracas, que podem ser tiradas. Assemelhar significa uma referência primeira que prescreve e classifica. O similar se desenvolve em séries que não têm nem começo nem fim, que é possível percorrer num sentido ou em outro, que não obedecem a nenhuma hierarquia, mas se propagam de pequenas diferenças em pequenas diferenças. A semelhança serve à representação, que reina sobre ela; a similitude serve à repetição, que corre através dela. A semelhança se ordena segundo o modelo que está encarregada de acompanhar e de fazer reconhecer; a similitude faz circular o simulacro como relação indefinida e reversível do similar ao similar (FOUCAULT, 1988b, p. 60-61, grifos do autor).

Em seu livro *As palavras e as coisas* (1999b), Foucault procura entender em que período da história poderíamos falar de representação. Para isso, busca perceber como seria a episteme nos períodos pré-clássico e clássico, observando as diferenças entre tais momentos da história. Com isso, ele nos revela que “o que se quer trazer à luz é o campo epistemológico, a *epistémê* onde os conhecimentos, encarados fora de qualquer critério referente a seu valor racional ou a suas formas objetivas” (FOUCAULT, 1999b, p. XVIII).

Ao utilizar tais análises, Foucault (1999b) diferencia a episteme clássica da moderna quando diz que a primeira é caracterizada pela representação e a segunda é marcada pela dupla experiência do homem como sujeito e objeto do saber. O saber clássico estaria situado numa dimensão na qual existem seres e coisas organizadas e classificadas conforme as semelhanças e diferenças. É nesse sentido que a episteme dos séculos XVII e XVIII tem como característica marcante a classificação e ordenação das representações. Representar significaria, para o Classicismo, comparar as estruturas visíveis das coisas da natureza e relacioná-las por meio de um princípio ordenador.

Foucault (1999b) argumenta que todo saber clássico se relaciona com a mathesis, ciência universal da medida e da ordem. A ordenação de naturezas simples se realiza por meio da mathesis, que tem como método universal a álgebra. A taxonomia (classificação), por sua vez, seria um modo de ordenar as naturezas complexas por meio da instauração de um sistema de signos. A taxonomia não se opõe à mathesis: inclui-se nela e, no entanto, distingue-se dela, porque ela seria também uma ciência da ordem – uma mathesis qualitativa. Mas entendida no sentido estrito, a mathesis seria a ciência das igualdades, portanto, das atribuições e dos juízos; “é a ciência da verdade; a taxonomia, por sua vez, trata das identidades e das diferenças; e a ciência das articulações e das classes; é o saber dos seres” (Foucault, 1999b, p. 102). A episteme clássica caracterizou-se pelo sistema articulado entre mathesis e taxonomia.

A representação seria, nesse sentido, um fenômeno de ordem empírica que é produzida no homem.

Para o filósofo, entretanto, quando, na modernidade, diz-se que o homem é representado por meio de sua vida, das palavras que fala e do trabalho que executa, não existe um movimento para ordená-lo num quadro comparativo como ocorre no Classicismo, mas se quer dizer que o homem como ser, como objeto desse novo saber, estaria sempre vinculado (representado) aos aspectos que o constituem como homem. Cabe, assim, comentar que se poderia produzir sentido para aquilo que se vê, mesmo que não se consiga jamais narrar fielmente aquilo que se está vendo. Afinal,

[...] por mais que se diga o que se vê, o que se vê não se aloja jamais no que se diz, e por mais que se faça ver, o que se está dizendo por imagens, metáforas, comparações, o lugar onde estas resplandecem não é aquele que os olhos descortinam, mas aquele que as sucessões da sintaxe definem (FOUCAULT, 1999b, p. 12).

Apoiada na análise do material de pesquisa que empreendi, sou levada a afirmar que, ao construir o modelo matemático no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática, o aluno usa as variáveis que considera importante. E, nesse sentido, a representação depende do olhar dele. Por outro lado, o modelo passaria a ter-lhe significado, deixando de existir apenas como uma fórmula que ele utiliza para resolver algum tipo de problema. E o resultado obtido com esse modelo lhe permitiria tirar conclusões sobre o evento ou fenômeno em estudo. Nessa perspectiva, o sentido da Matemática seria construído a partir do uso que se faz de seus objetos simbólicos. Seria evidente, entretanto, que a necessidade de representação de uma situação real partisse de provocações, questionamentos e dúvidas levantadas e, posteriormente, problematizadas, objetivando dessa forma, a construção de um conhecimento de fato relevante e com significado para o aluno a partir do seu interesse. Na opinião de Almeida e Vertuan (2010), uma atividade de Modelagem Matemática

pode ser descrita em termos de uma situação inicial (problemática), de uma situação final desejada (que representa uma solução para a situação inicial) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a final. Nesse sentido, realidade (origem da situação inicial) e Matemática (área em que os conceitos e os procedimentos estão fundamentados) são domínios diferentes que passam a se integrar, e, em diferentes momentos, conhecimentos matemáticos e não matemáticos são acionados e/ou produzidos e integrados. A esta situação inicial problemática a literatura costuma se referir como situação-problema; à situação final

desejada é associada, de modo geral, uma representação matemática, um modelo matemático (ALMEIDA e VERTUAN, 2010, p. 399).

Como indicado pelos autores, a Modelagem Matemática teria por meta – a partir de problemas de interesse do aluno – encontrar um modelo matemático. Este buscaria representar o mundo real por meio da linguagem matemática. Logo, ele nada mais seria do que a representação simplificada da realidade. Cabe destacar que, ao representar esse modelo, muitos detalhes que não são considerados significativos pelo aluno são deixados de lado. Portanto, o discente, usualmente, apenas utiliza as variáveis consideradas importantes para a representação de determinada situação e que, na sua visão, proporcionam conhecimentos para descrever e solucionar o problema. Pode-se inferir então que o conhecimento matemático que os estudantes possuem interfere na construção do modelo como representação da realidade. Ademais, haveria a possibilidade de encontrar para determinada situação mais de uma representação, pois esta dependeria do olhar do aluno sobre as coisas, como pode ser observado nos excertos extraídos do material de pesquisa.

*Ao trabalhar com atividades de Modelagem Matemática em sala de aula, o professor proporciona ao estudante a oportunidade de ele próprio decidir o caminho a percorrer, tornando assim o problema a ser resolvido algo particular. Isso, por sua vez, implica em resultados diferenciados variando de estudante para estudante. **Esse fato significa que o estudante tem certa liberdade para interpretar o problema e encontrar “uma Matemática adequada” para resolver o “seu” problema. Logo, para o mesmo problema pode-se usar de conteúdos matemáticos diferenciados. De modo geral, atividades de Modelagem envolvem diferentes representações de um objeto matemático.** Gráficos, relações funcionais, tabelas, figuras geométricas são exemplos dessas representações. O conjunto de ações realizadas pelo estudante desde a definição da situação-problema até a interpretação dos resultados obtidos gera a necessidade do uso os conteúdos curriculares, possibilitando a introdução de conteúdos novos e revisão de conteúdos velhos. Nas atividades de Modelagem Matemática, um registro complementa o outro, pois geralmente não se consegue estudar todas as características de um objeto matemático com uma única representação. (ROSA, 2009b, p. 44) [grifos meus].*

*De maneira geral, entendemos que Modelagem Matemática é um processo que visa à elaboração de representações matemáticas com poder de explicação e descrição. Especificamente, no ensino-aprendizagem, esse processo gera ambiente que favorece a significação dos conteúdos abordados. **As representações matemáticas construídas servem como mediadoras entre o pensamento do sujeito e o mundo objeto de modelagem.** Isto é, o sujeito cognitivo torna-se conhecido quando exteriorizado por representações semióticas, no caso, pelas representações matemáticas. (SOUZA, 2007, p. 54) [grifos meus].*

Após a obtenção dos resultados matemáticos e de sua interpretação, ou seja, de sua decodificação para chegarmos às conclusões, previsões e soluções da situação real, devemos fazer a testagem dos resultados obtidos. É nessa etapa que corooamos todo o nosso trabalho anterior, pois é aí que avaliamos e discutimos todo o processo realizado, tendo como passo seguinte a criação de estratégias baseadas nesses resultados ou então, caso seja necessário, refazendo todos os passos, anteriores, buscando um novo

modelo que descreva adequadamente a situação real. É importante termos claro que sempre necessitaremos fazer adaptações, tanto da situação quanto do modelo real, às condições que se apresentam no momento, não apenas condições a nível de conteúdo matemático, como também a nível de compreensão e envolvimento dos alunos. Apesar disso, o processo de modelagem nos oferece um dos caminhos para que possamos relacionar a matemática com outros ramos do conhecimento, fazendo com que esta disciplina tenha um papel atuante dentro do contexto escolar e, em última análise, dentro da vida do aluno. Estas adaptações permitem também que, um mesmo problema seja trabalhado em vários níveis, obtendo-se vários modelos de uma mesma situação. Além disso, ao focar diversos aspectos de um mesmo problema, estaremos criando condições para o aluno reavaliar e, conseqüentemente, reformular o modelo criado, a medida que novos dados e conhecimentos são adquiridos. (MULLER, 1986, p. 69) [grifos meus].

Em atividades de Modelagem as soluções matemáticas para a situação problema, envolvem simplificações, reduções e análises de variáveis, presente principalmente nas etapas de elaboração e validação do modelo. Com isso podem existir vários modelos que representam a situação problema, evidenciando dessa forma, a interferência da subjetividade do modelador na configuração do modelo encontrado. Isso modifica a crença de que a Matemática é uma ciência inquestionável, exata, com respostas únicas e objetivas para todo e qualquer problema/questão que ela esteja envolvida. (SOUZA, 2007, p. 37) [grifos meus].

Podemos perceber claramente que o principal objetivo da modelagem matemática é matematizar uma situação dada. Entretanto, o matemático tende a não se limitar em apenas traduzir o problema para a linguagem matemática. O estudo deve vir acompanhado na tentativa de generalizar a situação, de descobrir as possíveis estruturas matemáticas que estão, de certa forma, inseridas dentro do problema. (FERREIRA, 2009, p. 28) [grifos meus].

Os matemáticos sempre lançaram mão de procedimentos de modelagem para resolver e entender questões matemáticas. A principal característica do modelo produzido em determinada situação é a de que este é uma representação do resultado do esforço intelectual, no entendimento e tradução de um problema para a linguagem matemática. Na maioria das vezes, possui fundamentação real. (SANTANA, 2008, p. 42) [grifos meus].

Assim, deve constar de todo modelo a parte mais significativa da realidade, segundo o desejo e/ou a necessidade do modelador e, dessa forma, um modelo não é a representação da realidade em sua totalidade, embora carregue essa responsabilidade, mas sempre um recorte, uma aproximação de idealizações sobre a realidade. A distância entre o modelo e a realidade que se quer explicar/entender, será determinada pelo grau de refinamento do modelo, ou ainda, pelo nível de conhecimento matemático do modelador. Um modelo matemático só é de fato um modelo, se servir de referência ou se permitir ser reproduzido para a resolução de problemas semelhantes que originaram o modelo, além de ser mola propulsora para o desenvolvimento de outros modelos ou conhecimentos. (CHAVES, 2005, p. 19) [grifos meus].

Como vimos no desenvolvimento deste trabalho, o uso da Modelagem como instrumento de um processo de ensino permite ao aluno construir o significado do conceito que lhe é apresentado; este deve reconhecer e selecionar as características do fenômeno que são pertinentes ao modelo e, com isto, estará apto, então, a reconhecer estas características em outras situações possíveis de serem representadas por um mesmo modelo. (COSTA, 2003, p. 114) [grifos meus].

Ao usar a Modelagem Matemática em atividades de sala de aula, como expresso nos excertos, o professor poderia oportunizar ao aluno *decidir o caminho a percorrer, tornando assim o problema a ser resolvido algo particular*. Assim, o estudante teria *liberdade para interpretar a situação escolhida e encontrar uma Matemática adequada para resolver o seu problema*. Aliado a isso, na *Modelagem Matemática um registro complementa o outro, pois muitas vezes, não se consegue estudar todas as características de um objeto matemático*. Poder-se-ia, nesse contexto, encontrar resultados diferentes conforme a visão dos alunos, bem como para uma mesma situação utilizar *conteúdos matemáticos diferenciados*. Ademais, estaria presente a *não neutralidade de um modelo que está caracterizada pelos objetivos de quem o criou e sua utilização*. É possível inferir que, ao modelar, existiria a *interferência da subjetividade do modelador na configuração do modelo encontrado*. Essa interferência estaria vinculada ao modo como o aluno observa o fenômeno em estudo e, portanto, sujeito ao significado atribuído de acordo com a sua forma de vida. É possível concluir que o modelo matemático construído seria, na verdade, uma representação construída sob a ótica daqueles que investigam a situação. Os excertos também indicam que, ao utilizar Modelagem Matemática, ocorrem *diferentes representações de um objeto matemático e uma mesma situação pode ser trabalhada em vários níveis*, possibilitando a obtenção de *vários modelos de uma mesma situação*.

Cabe assinalar que os excertos examinados expressam que as representações matemáticas poderiam ser formas de *traduzir o pensamento do sujeito*, sendo necessário para modelar *não apenas condições a nível de conteúdo matemático, como também a nível de compreensão e envolvimento dos alunos*. A representação matemática, nesse contexto, dependeria do *grau de refinamento do modelo, ou ainda, pelo nível de conhecimento matemático do modelador*. Um modelo matemático *só é de fato um modelo, se servir de referência ou se permitir ser reproduzido para a resolução de problemas semelhantes que originaram o modelo*. Dessa forma, não seria considerado que o modelo obtido corresponderia à realidade que estaria sendo estudada, mas uma representação dessa realidade obtida por meio de ferramentas matemáticas. As atividades com Modelagem Matemática proporcionariam, entre outras atividades, *a construção de gráficos, de relações funcionais, de tabelas, de figuras geométricas, os quais são exemplos de representações*.

Ao realizar a representação de uma situação, segundo os fragmentos apresentados, objetiva-se *fazer adaptações, simplificações, reduções e análises de variáveis tanto da situação, quanto do modelo real*. Dessa forma, um modelo matemático seria *uma*

aproximação do problema e, portanto, não poderia dar conta de todos os seus aspectos. Dito de outra forma, um modelo não seria a representação da realidade em sua totalidade, mas sempre um recorte, uma aproximação de idealizações sobre a realidade. Além disso, seus objetivos estariam *subordinados aos interesses de quem promoveu sua elaboração*, portanto, pode-se inferir que dependeriam do significado atribuído à atividade, isto é, do contexto em que foram gerados. Nesse contexto, as palavras de Gottschalk descritas a seguir são produtivas para pensar sobre a possibilidade da representação de um tema do contexto do aluno por meio de um modelo matemático.

A matemática utilizada no cotidiano [tem] outro significado para o aluno. Não há uma transposição imediata de contextos do cotidiano para o escolar. Os raciocínios empregados no cotidiano estão ligados a contextos específicos e são de natureza diferente dos raciocínios empregados na matemática escolar, e, por conseguinte, os significados de proposições ou termos matemáticos podem diferir radicalmente em função dos contextos lingüísticos ou empíricos em que estão sendo usados (GOTTSCHALK, 2004, p. 6).

Ao usar a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, existe a possibilidade de que uma linguagem não formal circule no contexto escolar com o objetivo de fazer com que a lógica do aluno se aproxime da matemática escolar por meio dos sentidos por ele produzidos. Entretanto, para Gottschalk (2004), essa transposição – da linguagem do cotidiano para a linguagem matemática – não ocorre de forma imediata, pois em ambos os contextos, os significados são diferentes, apresentando regras específicas em cada forma de vida (matemática escolar e matemática do cotidiano). Nessa visão, a representação da situação em estudo por meio de um modelo matemático seria apenas uma aproximação, podendo ocorrer significados diferentes, pois,

ao cruzar a ponte, os significados chegam ao outro lado transformados; não porque eles tenham se transformado em si mesmos seja lá o que isso possa significar... –, mas porque do outro lado da ponte – as formas de vida e os correlatos jogos de linguagem já são outros, de modo que os significados também serão outros (VEIGA-NETO, 2004, p. 144).

Seria válido, então, questionar se haveria a possibilidade de encontrar um modelo matemático que representasse a realidade, pois o problema para o estudo e o modelo matemático foram gestados em contextos diferentes. A situação de interesse do aluno foi gerada fora da escola com regras dessa forma de vida; enquanto que o modelo matemático, na forma de vida escolar, com regras da matemática escolar. Assim, “os significados produzidos por um jogo de linguagem, que é plenamente satisfatório dentro de uma situação extra-

escolar, poderiam não funcionar satisfatoriamente quando transferidos para uma situação escolar” (DUARTE, 2009, p. 154). Nessa visão, um problema vivido no cotidiano seria diferente de uma sentença escrita em linguagem matemática e, na transposição de uma forma de vida para outra, os significados seriam diferentes, bem como as regras da gramática que conformam cada uma das formas de vida.

Cabe ainda inferir que a Modelagem Matemática não utiliza apenas o modelo matemático, mas sim todo o processo de modelagem e, além disso, toda uma ideia de ensinar Matemática, colocando-a em um contexto comum aos alunos, relacionando-a com o cotidiano deles. Modelagem Matemática seria, de acordo com a análise efetivada, uma maneira de expressar situações-problema por meio da linguagem matemática, possibilitando a aproximação com outras áreas do conhecimento, bem como despertar o interesse pela Matemática frente a sua aplicabilidade, desenvolver a habilidade para resolver problemas, aplicar o conteúdo matemático. Entretanto, ao fazer essa transposição da realidade para a linguagem matemática, acabar-se-ia construindo um modelo que seria apenas uma representação dessa realidade.

Nesta seção, tive o propósito de evidenciar que, ao usar a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, embora exista como ponto de partida situações da realidade e do interesse do aluno, há o objetivo de construir um modelo matemático. Este é apenas uma representação da realidade, podendo variar conforme o significado que o aluno atribuirá à situação em estudo. Cabe ainda indicar que, ao construir modelos matemáticos utilizando temas de interesse do aluno, reforça-se o lugar privilegiado da matemática escolar. Aliado a isso, segundo a análise que realizei sobre os excertos extraídos do material de pesquisa, o professor, ao trabalhar com atividades envolvendo Modelagem Matemática, poderia enriquecer as discussões não matemáticas nas aulas de Matemática, oportunizando ao aluno verificar a importância da matemática escolar na sociedade. É válida aqui a questão: será que essa possível aplicabilidade e utilidade da Matemática explicitada em atividades que envolvem a Modelagem Matemática não estaria reforçando o lugar privilegiado atribuído à Matemática na Modernidade e, conseqüentemente, à matemática escolar? Na próxima seção, é meu intuito refletir sobre essa questão.

6.2 Modelagem Matemática e o privilegiamento da matemática escolar

Para Biembengut (2009), o desenvolvimento da Ciência nas últimas décadas seria consequência, em parte, da aplicação da Matemática, o que pode ter contribuído para o uso da Matemática aplicada e de modelos matemáticos no ensino. Neste contexto, o uso da Modelagem Matemática na educação, que é recente, vem ganhando espaço e poderia ter surgido como ferramenta para dar suporte aos desafios deste novo milênio. Essa aplicabilidade e contextualização da matemática escolar por meio de atividades de Modelagem Matemática pode ser visualizada nos excertos a seguir que foram extraídos do material de pesquisa.

Eles sentiram a Matemática, dentro de um contexto e com necessidade de aplicação em situações do dia-a-dia. Também perceberam que diferentes caminhos podem ser percorridos para se chegar a solução de um problema. (SOISTAK, 2009, p. 106) [grifos meus].

Após serem concluídos os trabalhos com os alunos, utilizando-se a Modelagem Matemática, pôde-se constatar que a construção do conhecimento ocorreu de forma efetiva. Isso se evidenciou no momento em que os alunos utilizaram as informações que recolheram na exploração do tema e nas visitas a campo e as transformaram em conhecimento para a resolução das situações problema.

Percebe-se que esses alunos conseguiram conectar o conhecimento adquirido no dia-a-dia com a Matemática estudada em sala de aula. Um dos indícios foi o comentário de um dos alunos:

- Este trabalho possibilitou uma aproximação entre a matemática teórica e a prática, mostrando que ela está mais presente no nosso dia-a-dia do que podemos imaginar.

Percebe-se, por meio da experiência docente, que a Matemática é uma das matérias de menor preferência entre os alunos, mas, apesar disso, observa-se que eles concordam que a Matemática é importante. Isso nos leva a pensar que é realmente necessária uma mudança na forma como ela é desenvolvida nas escolas. (SONEGO, 2009, p. 131) [grifos meus].

Neste sentido, consideramos que nossa pesquisa ganha importância no âmbito da Educação Matemática, pois procura vincular fenômenos da realidade a um conteúdo matemático presente em nossa realidade escolar e que, muitas vezes, é abordado de forma que o aluno não consegue dar significado a ele. Partindo desta perspectiva, compreendemos que o uso da modelagem vem resgatar seu objetivo primordial, a construção de um ambiente pedagógico que permite ao aluno vivenciar a aplicabilidade dos conteúdos matemáticos, ao mesmo tempo em que desenvolve a capacidade de investigar, trabalhar em grupo, refletir sobre os resultados alcançados, criticar e formar sua própria opinião. (PIRES, 2009, p. 55) [grifos meus].

O objetivo da Modelagem Matemática é solucionar ou representar por meio de um modelo um problema não-matemático. A Modelagem Matemática possibilita a aproximação de situações do cotidiano com a Matemática, a interpretação e a análise de vários fenômenos naturais e sociais. Ela é entendida como sendo uma atividade de construção, validação e aplicação de modelos de uma situação problemática, utilizando-se para isso conceitos matemáticos. (FERRUZZI, 2003, p. 36) [grifos meus].

Trabalhando neste sistema de aplicação de Modelagem faz-se um trabalho interdisciplinar, ou seja, envolvem-se as diversas áreas do conhecimento, mostrando a abrangência das relações matemáticas com suas vivências diárias. Procurou-se, com isso, destacar também a importância de os conteúdos matemáticos serem bem desenvolvidos e entendidos na escola. Penso que, para desenvolver a proposta de Modelagem, o professor deve estar, constantemente, repensando sua prática metodológica, tornando-se motivador, questionador, aberto a críticas, a perguntas e a questionamentos que certamente surgirão ao longo do processo. (VIECILI, 2006, p. 49) [grifos meus].

Porém normalmente procede-se da seguinte forma: consulta-se o aprendiz sobre o tema ou modelo matemático a ser estudado e orienta-se o mesmo na realização de seu próprio modelo, oportunizando com isso a aproximação de outras áreas do conhecimento com a Matemática. O resultado desta aproximação da Matemática, na formação do aluno, desperta seu interesse por meio da aplicabilidade, possibilitando a apreensão dos conceitos desta ciência, objetivando o desenvolvimento de habilidades na solução de problemas e o estímulo à criatividade. Para tanto são necessários alguns conhecimentos prévios por parte do professor tais como conhecer a realidade dos alunos e objetivos que influenciam a escolha do tema que será a bússola do problema. Outro aspecto é conhecer o grau de conhecimento formal e informal adquirido pelo aluno por meio de troca de experiências com sua realidade cultural. Dadas as disponibilidades de tempo, pode-se optar por um trabalho extraclasse ou só em sala de aula. (GOMES, 2005, p. 18-19) [grifos meus]

A Modelagem Matemática contribuiu, também, para que o aluno enfrentasse o desafio do aprender diante de situações reais, e este desafio instigou-o a buscar soluções para os problemas formulados. Pôde-se observar, pela fala dos alunos durante a pesquisa, que os mesmos perceberam que a Matemática não é uma ciência desvinculada e isolada das questões do dia a dia. Pelo contrário, mostrou-se uma ciência “viva”, integrada a várias áreas do conhecimento e comprometida com as questões da sociedade. (ROCHA, 2009, p. 92) [grifos meus].

Com base nos excertos, pode-se verificar que, durante as atividades, os estudantes perceberam o papel que a Matemática exerce no cotidiano, pois *pela fala dos alunos durante a pesquisa, observou-se que eles perceberam que a Matemática não é uma ciência desvinculada e isolada das questões do dia a dia*. Cabe assinalar que o processo de Modelagem Matemática seria produtivo para mostrar-lhes a possibilidade de *relacioná-lo a práticas e vivências*. Por meio dessa prática, segundo os excertos acima, almeja-se que os discentes sejam incentivados a buscarem soluções para os problemas de seu interesse por meio da pesquisa, adquirindo o hábito de formular e resolver problemas, aprendendo a lidar com temas do seu interesse, *utilizando os conteúdos matemáticos em situações reais e podendo desenvolver sua criatividade*. Essa aproximação despertaria o *seu interesse por meio da aplicabilidade, possibilitando a apreensão dos conceitos desta ciência, objetivando o desenvolvimento de habilidades na solução de problemas*.

Descovi (2011, p. 9) argumenta que o aluno, ao se envolver na busca de um modelo matemático para resolver uma situação de seu interesse, “percebe as inúmeras aplicações dos

conceitos matemáticos na sua vida cotidiana, fazendo o estudante aprender significativamente os conteúdos matemáticos”. É viável concluir, portanto, que a Modelagem Matemática seria uma maneira de expressar situações-problema por meio da linguagem matemática, aproximando-a de outras áreas do conhecimento, despertando o interesse pela matemática escolar em função de sua aplicabilidade. Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, por exemplo, incorporam esse discurso quando indicam que a disciplina de Matemática “desempenha um papel decisivo, pois permite resolver problemas da vida cotidiana”, assim como defendem a “construção e a apropriação do conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar a sua realidade” (BRASIL-MEC, 1998, p. 19).

A Modelagem Matemática como método de ensino e de aprendizagem, na opinião de Bassanezzi (1999, p. 2), “exige uma análise profunda de suas aplicações educacionais”, podendo “ser vista como uma técnica, na medida em que se supõe um processo de abstração na construção de um modelo que por sua vez exige o desenvolvimento de técnicas e teorias matemáticas”. Na Educação Matemática, poder-se-ia assinalar que essa metodologia valoriza o “saber fazer” do aluno, onde

O saber se constrói contextualizado, na medida em que emerge da experiência vivida e é informado pelos significados próprios da cultura em que se insere. Assim, possibilita o desenvolvimento da capacidade criadora enquanto o professor e o aluno se vêem desafiados a procurarem juntos, soluções para problemas trazidos por seu viver cotidiano. A escolha de problemas ou situações concretas funciona inicialmente como elemento motivador, levando o aluno a incorporar uma gama de conhecimentos essenciais em sua ação futura no meio social, e convence-o da importância desta ciência. O ensino de Matemática é visto como uma ação em uma realidade, a partir de um método que se refaz por meio de uma inserção histórica de seus agentes. (BASSANEZZI, 1999, p. 2).

Para o autor, a Modelagem Matemática surgiu com o intuito de aprimorar o ensino da matemática escolar, fazendo a ligação entre teoria e prática, o que, conseqüentemente, estimularia o aluno, pois este se sentiria motivado a entender a realidade que o cerca, utilizando recursos que foram aprendidos em aula e que, até então, não passavam de teorias abstratas e sem sentido.

No campo da Educação Matemática, tem-se constantemente assistido a diversas tentativas dos professores em vincular a Matemática e a realidade, propondo problemas *contextualizados*, estimulando os alunos a pensarem na vida e nas situações concretas nas quais aparece a *matemática escolar*, recorrendo a exemplos que supostamente eles vivenciam.

Dentre eles, aparecem contas de luz e água, situações de simulação de compra e venda em supermercado, problemas vinculados ao cálculo de área e perímetro em plantas de casa, experimentos. A recorrência da vinculação da matemática escolar com as situações do cotidiano do aluno aparece em livros didáticos e em documentos oficiais – tais como PCNs –, sendo divulgada, ensinada e valorizada em cursos de formação de professores. Tais recursos acabam sendo mobilizados para o ensino da matemática escolar. Entretanto, essas atividades supostamente desempenhadas pelos estudantes são, na maioria das vezes, apenas ilustrações de uma aula. E, como mostram Souza e Fonseca (2011, p. 317), “nessa aparente mudança de práticas e concepções sobre o ensinar e aprender matemática na escola, há a continuidade de um mesmo discurso: o discurso da razão”. Para as autoras, a matemática escolar seria regida por uma mesma lógica à qual todos, por diferentes caminhos, deveriam ser conduzidos, como se “fosse a maneira mais evoluída de fazer matemática, o objetivo final das concessões que a razão faz à vida” (Ibidem).

Essa importância dada à Matemática pode ser evidenciada na época de Platão, o qual, sob a influência de Pitágoras, atribuía ao número não um mero elemento abstrato criado pela razão, mas sim algo ontológico, ligado ao que há de potencialidade divina no ser humano e pressupõe uma ciência superior à outra.

[...] por certo deve haver alguma ciência cuja posse torna o indivíduo genuinamente sábio e não meramente detentor da reputação de sábio. Vejamos então. Lidamos com uma matéria extremamente difícil, a saber, descobrir uma ciência distinta daquelas que abordamos, que possa ser tanto genuína quanto plausivelmente chamada de sabedoria, e que torne seu possuidor em lugar de vulgar ou tolo, um sábio e bom cidadão no Estado, um governante ou governado justo, sintonizado consigo mesmo e com o mundo. Principiemos identificando essa ciência. De todas as ciências atualmente existentes, qual delas – se desaparecesse completamente do âmbito da raça humana ou não tivesse sido desenvolvida – faria do ser humano o mais estulto e estúpido dos seres vivos? A rigor, não é nem um pouco difícil identificá-la. Se compararmos, por assim dizer, uma ciência com a outra, perceberemos que aquela que concedeu o dom do número produziria aquele efeito sobre toda a raça dos mortais (PLATÃO, 2000, p. 519).

Platão evidencia que os estudos matemáticos deveriam ser desenvolvidos desde a infância para que os alunos compreendessem conhecimentos sobre Astronomia. Para a sua compreensão, o verdadeiro astrônomo deveria ser alguém sábio e necessitaria das matemáticas. Para isso,

[...] deveríamos empreender contínuos esforços no sentido de preparar para esse conhecimento as pessoas cujas naturezas podem compreendê-lo, ministrá-lhes muitas matérias preliminares e habituá-las ao aprendizado

durante a infância e a juventude; daí porque é imprescindível que estudem as matemáticas (Ibidem, p. 536).

[...], a saber, que salvo algumas poucas exceções, os seres humanos são incapazes de conquistar a perfeita bem-aventurança e felicidade. Isto foi afirmado com acerto. Somente aqueles que são, por natureza semelhantes aos deuses e moderados, que possuem o restante das virtudes, e que abarcaram todas as matérias vinculada à ciência abençoada, conquistaram e detêm os dons da divindade na devida medida (Ibidem, p. 539).

Pode-se assinalar pelo até aqui exposto que, no período de Platão, a Matemática era considerada um elemento fundamental para todos, concebendo-a como um conhecimento importante não pelo valor prático, mas pela sua capacidade de acessar o potencial do ser humano. Dentre as reflexões do filósofo, algumas faziam referência à Matemática: todo conhecimento era derivado da razão e não da experiência; os números governavam o mundo; a ciência dos números ou aritmética se encontrava acima de muitas outras tidas como essenciais para as artes profissionais; a Matemática era a chave da compreensão do universo; a Ciência deveria ter por objeto o ser real, isto é, as ideias. Assim, na filosofia platônica, a Matemática era concebida como uma verdade independente de qualquer verificação empírica e os objetos matemáticos serviam de modelo ao mundo. O matemático não criava os objetos a respeito dos quais falava, mas os descobria.

D'Ambrósio (2002), em outro momento histórico, argumenta que a Matemática na sociedade moderna é vista como aquela que seleciona elites.

Na sociedade moderna, inteligência e racionalidade privilegiam a matemática. Chega-se mesmo a dizer que esse construto do pensamento mediterrâneo, levado à sua forma mais pura, é a essência do ser racional. E assim se justifica que aqueles que conhecem matemática tenham tratado e continuem tratando, indivíduos “menos racionais” e a própria natureza como celeiro inesgotável para a satisfação de seus desejos e ambições. A matemática tem sido um instrumento selecionador de elites (D'AMBRÓSIO, 2002, p. 77).

Portanto, a Matemática, em épocas e contextos diferentes, é vista como a mais importante, como aquela que seleciona, sendo *um instrumento selecionador de elites*. A ideia está em consonância com a expressa por Walkerdine (1995, p. 5) quando a autora alude que a Matemática ocupou uma “posição de rainha das ciências, quando a natureza tornou-se o livro escrito na linguagem da matemática e quando a matemática assegurava o sonho da possibilidade de perfeito controle em um universo perfeitamente racional e ordenado”.

Entretanto, D'Ambrósio (2002) afirma que no século XIX, ocorrera um redimensionamento da questão do conhecimento, resultado do contexto histórico de duas revoluções do século XVIII: a industrial, de cunho econômico, na Inglaterra; a outra, de

natureza política, na França. Esse redimensionamento do conhecimento deu-se durante esses dois fatos, mas também aliado ao próprio desdobramento da Ciência Moderna que, mais do que nunca, era apoiada nas ciências naturais, nos métodos matemáticos e na observação experimental.

O método científico é um método experimental-matemático, notando-se que no momento experimental está em curso a fase indutiva do método, enquanto no momento matemático a ciência se constrói em sua fase dedutiva (...) A ciência trabalha, pois, com raciocínios indutivos e com raciocínios dedutivos. Quando passa dos fatos às leis, mediante hipóteses, está trabalhando com a indução; quando passa das leis às teorias ou destas aos fatos, está trabalhando com a dedução (SEVERINO, 1996, p. 124).

Nesse contexto, o homem buscaria formular leis e teorias que poderiam explicar o universo que o cerca e, na visão de Severino (1996), a Matemática desempenharia um papel fundamental. Esta traduzia, por exemplo, o fenômeno físico numa linguagem simbólica, oferecendo também uma gama de ferramentas lógicas que possibilitariam sua análise. Além disso, em estudos mais avançados, alguns conceitos científicos somente seriam viabilizados por meio de equações matemáticas. Essas representações matemáticas seriam, na verdade, modelos da realidade, construídos para interpretar, conhecer e agir sobre o fenômeno.

D'Ambrósio (1997, p. 107) também expressa que, na passagem do século XIX para o XX, houve uma “glorificação” da industrialização e do saber tecnológico, “antecipando os assombrosos êxitos do porvir nas incursões pelo cosmos e no desvendar dos micro componentes da matéria”. Nesse contexto, teria-se abandonado a humildade da busca devido ao saber rigoroso, preciso e absoluto, que, para D'Ambrósio, era “sintetizado pela Matemática”, a qual foi defendida como padrão de verdade incontestável. Dito de outra maneira, buscou-se “a matematização como fator de validação em todos os setores do conhecimento. É esse o ideal máximo do racionalismo” (Ibidem, p. 107). Para o autor, nesse processo de glorificação dos saberes matemáticos provenientes da Europa Ocidental, às civilizações da América foram sendo impostas não apenas determinadas formas de pensar e explicar, mas também de propriedade e produção. Desse modo, no início do século XIX, há uma tentativa de “universalizar as novas ciências” (D'AMBRÓSIO, 1997, p. 116) com o intuito de aplicá-las não somente a atividades intelectuais, mas às materiais e sociais. A tentativa de universalização culminou com a consolidação da Matemática sendo “o modo de pensamento por excelência do pensamento científico”. Segundo o autor,

É então que a ciência moderna se estabelece com padrões de rigor matemático, apoiando-se em conceitos não contestáveis de verdade e de

integridade (...). O cálculo diferencial e integral encontra na análise matemática sua fundamentação rigorosa e sua amplitude total. Abre as portas para novas teorias e novos significados para a álgebra, a geometria e a mecânica. As probabilidades e a estatística aparecem como novos ramos de importância para as ciências biológicas e sociais. O próprio conceito de rigor encontra na lógica o instrumental necessário para seu manejo (D'AMBRÓSIO, 1997, p.115).

Quanto à Ciência Moderna, Santos (2002) expressa que ela surgiu a partir dos séculos XVI e XVII como uma forma de estudar a natureza, considerando a linguagem matemática e a experimentação os caminhos verdadeiros para se compreendê-la. Pardo (2000) também manifesta que a essência do projeto científico da modernidade encontra na Matemática a compreensão para a realidade; sendo assim, ela seria a chave da leitura da natureza. Cabe destacar que os fundamentos da Ciência Moderna encontram-se atrelados a pensadores como Descartes, Galileu, Newton, dentre outros. Porém, para Santos (2002), foi com o método de Descartes, seu racionalismo e sua concepção de natureza, que os ramos da Ciência Moderna foram influenciados, modelados e definidos. Logo, o método analítico matemático de raciocínio, originado em Descartes, tornou-se a característica essencial do cientificismo moderno que, nos anos posteriores, passaria por muitos outros desdobramentos, também significativos, que demarcariam e dariam forma a um discurso modernizante que se constituiria também hegemonicamente.

Esther Diaz (2000), argumenta que na Ciência Moderna, as leis científicas eram permanentes e universais. O edifício científico da modernidade, para a autora, teria sido construído sobre leis conservacionistas e deterministas nas quais se pretendia que o tempo não afetasse as trajetórias dos corpos, pois as leis seriam universais e permanentes. Quem daria suporte a essas ideias, conforme Santos (2002, p. 14), seria a Matemática, pois a “matemática fornece à ciência moderna, não só o instrumento privilegiado de análise, como também a lógica de investigação, como ainda o modelo de representação da própria estrutura da matéria”. O autor afirma que a Ciência Moderna voltou-se para um modelo totalitário pautado na Matemática e nas ciências da natureza com suas leis, regularidades e experimentação que, naquela época, eram consideradas hegemônicas e, portanto, perfeitas, seguras e aptas para conduzir a razão humana à produção de conhecimentos verdadeiros e universais. Nas palavras do autor,

As idéias que presidem à observação e à experimentação são as idéias claras e simples a partir das quais se pode ascender a um conhecimento mais profundo e rigoroso da natureza. Essas idéias são as idéias matemáticas. A matemática fornece à ciência moderna, não só o instrumento privilegiado de

análise, como também a lógica da investigação, e ainda o modelo de representação da própria estrutura da matéria (SANTOS, 2002, p. 63).

Pardo (2000) evidencia que a essência da modernidade seria dada por um ideal de uma racionalidade plena, tendo como características: uma ordem racional-matemática, ou seja, a natureza estaria escrita em caracteres matemáticos, que seria a chave interpretativa acerca da realidade; o surgimento de uma confiança absoluta no poder da razão, tanto cognitivo como prático; a existência de um conhecimento universal e necessário do mundo e, por consequência, a formulação de uma ética universal; a crença no progresso social como consequência do desenvolvimento da ciência. Para o autor, a partir dessas ideias de racionalidade plena da modernidade, é possível entender como a Ciência se tornou um conhecimento superior, ou seja, ela como modelo de conhecimento onde a razão e a verdade seriam pensadas quase como sinônimos de razão e verdade científicas.

Desse lugar central que a Matemática ocupava na Ciência Moderna, Santos (2002) expressa que derivavam-se duas consequências. A primeira remetia ao fato de que “conhecer significa quantificar” (p. 15). Portanto, o rigor científico seria aferido pelo das medições. O autor argumenta que aquilo que “não é quantificável é cientificamente irrelevante” (Ibidem). A segunda consequência aludia ao fato de que o método científico assentava-se na “redução da complexidade”. Nessa ótica, o mundo era complicado e a mente humana tinha dificuldades em compreendê-lo completamente. Para Santos (2002, p. 15), na modernidade, “conhecer significa dividir e classificar para depois poder determinar relações sistemáticas entre o que se separou”.

Nessa perspectiva, atingir a meta da educação seria propor e elaborar uma nova visão de conhecimento na qual a escola teria o status de ser a instituição social detentora do saber e a responsável principal pela formação do homem. A instituição, ao atingir o status ou a posição fundamental no projeto moderno, também alcançaria uma espécie de “estatuto metafísico”, sendo a portadora da verdade, isto é, do conhecimento verdadeiro, claro, produzido pela Ciência, tanto em relação aos aprendizes, como aos professores e demais instituições sociais.

A epistemologia curricular moderna, na opinião de Pereira (2002), estaria relacionada a uma pedagogia da certeza, pressupondo saberes pré-fixados, supostamente prontos e disponíveis para o ensino concebido como simples transmissão e memorização dos saberes que posteriormente poderiam ser repetidos pelos alunos. Não haveria, assim “qualquer espaço

para os elementos da categoria da historicidade ou mesmo para uma pedagogia da incerteza e da complexidade” (PEREIRA, 2002, p. 80). Para o autor, o currículo escolar, tal como a escola, tornou-se uma questão de organização científica, caracterizado pelo mecanicismo (máquina cartesiana), pelo planejamento (atividade do especialista), pela eficiência e padronização (moldagem da fábrica), pela precisão, medida, prescrição e pelos resultados definidos antecipadamente. O currículo, nesse contexto, assim como a lógica científica, foi conceituado, definido e concebido, durante muito tempo, como algo “especializado e fechado” (Ibidem). Nessa lógica, prevalecia a quantificação, o controle, a precisão, a certeza e a neutralidade como elementos para validar o conhecimento escolar.

Portanto, a sociedade moderna, historicamente, teria sido marcada pelo ideal de estabilidade, certeza e exatidão presente no cenário educacional, norteando as propostas curriculares e as instituições responsáveis pela formação do homem. Entretanto, Pereira (2002, p. 12), explicita que “o ideal de estabilidade, precisão, segurança e firmeza originados da crença na razão e na ciência está sendo questionado, tanto na sociedade quanto na epistemologia, na educação e no currículo”. Consolidava-se, então, o novo padrão de racionalidade, centrado na concepção de mundo como uma máquina que, para ser estudada e descrita, exigiria a combinação da experimentação somada à linguagem matemática e geométrica. Para Pereira (2002, p. 23), a concepção de racionalidade que presidiu o paradigma moderno foi considerada “nova, portanto, modificada, inovadora, ativa, operante e totalmente diferente da anterior”. Logo, a razão moderna seria concebida como autônoma, operante, não dependente da fé, não mais passiva. A Ciência Moderna, ao colocar como fundamento a razão e o agir racional dos indivíduos, elaborava um projeto científico e sociocultural, visando não somente à sua ascendência, mas também à hegemonia.

Ao legitimar-se como saber sistemático e verdadeiro, a Ciência, então, tornava-se hegemônica, demonstrando sua importância para o desenvolvimento do país e do mundo. Com seu valor universal e absoluto, seria o seu saber que daria conta do que seria a verdade nesse espaço e tempo. A morte de Deus, como trata Nietzsche (2000), fora então efetivada na Modernidade, abrindo lugar a Ciência. Na Idade Média, havia predominância da fé em Deus, a qual seria considerada a maior verdade. Na Modernidade, passar-se-ia para um mundo onde ainda existiria a fé, porém a da Ciência se tornaria agora a grande propagadora de cultos. Nas palavras de Nietzsche,

[...] Hoje não possuímos ciência senão enquanto nos decidimos por aceitar os sentidos: por torná-los mais incisivos, por armá-los, por fazê-los aprender a pensar até o fim. O resto é algo que nasceu abortado e que ainda-não-é-

ciência: Metafísica, Teologia, Psicologia, Teoria do Conhecimento. Ou ciência-formal, teoria dos signos: exatamente como a lógica e aquela lógica aplicada, a matemática. Nelas a efetividade não se apresenta absolutamente como problema nem sequer uma vez. Elas tampouco se interessam pela colocação da questão acerca de que valor em geral possui uma convenção de signos tal como a lógica (NIETZSCHE, 2000, p. 57).

A Modernidade seria o local privilegiado em que sairiam de cena os mitos, as religiões, a Filosofia e o homem assumiria como personagem principal em uma época em que o advento da Ciência, por meio de suas mãos, tomaria forma e se constituiria no regime de verdade, corporificado por um único saber legítimo. Para Nietzsche, a Ciência teria sido promovida e constituída como um saber legítimo graças a três erros.

A ciência foi promovida nos últimos séculos, em parte porque com ela e mediante ela se espera compreender melhor a bondade e a sabedoria divina – o motivo principal na alma dos grandes ingleses (como Newton) –, em parte porque se acreditava na absoluta utilidade do conhecimento, sobretudo na íntima ligação de moral, saber e felicidade – o motivo principal na alma dos grandes franceses (como Voltaire) –, em parte porque na ciência pensava-se ter e amar algo desinteressado, inócuo, bastante a si mesmo, verdadeiramente inocente, no qual os impulsos maus dos homens não teriam participação – o motivo principal na alma de Spinoza, que, como homem do conhecimento sentia-se divino: – graças a três erros, portanto (NIETZSCHE, 2000, p. 69-70).

A Ciência então surgiu como um saber que acreditava superar os conhecimentos divinos. A pretensão e supremacia compunham o cenário da Ciência Moderna, fazendo do conhecimento um saber frio e imparcial. Os saberes científicos, e nestes também os matemáticos, seriam então produzidos, buscando explicar, prever e, se possível, controlar a natureza e, assim sendo, tidos como universais, atemporais e não históricos. Latour (2000) trata dessa questão evidenciando a demonstração matemática como o único método capaz de abrigar um acordo unânime, em que, por meio dela, abandonar-se-iam os cálculos transcendentais de Platão e se assumiria, agora, o cérebro como máquina capaz de desvelar a verdade das coisas por meio de conhecimentos fixos e válidos em qualquer tempo e espaço.

Pardo (2000) explicita que cada época compreende a Ciência de uma maneira própria e particular conforme a concepção de realidade e de racionalidade envolvida. Para o autor, o conhecimento científico, que tem sua origem na modernidade, deveria apresentar as seguintes características:

- *Capacidade descritiva, explicativa e preditiva (mediante leis):* a Ciência é um saber que busca leis mediante as quais se pode descrever e explicar a realidade, por isso, ao

tratar-se de ciência, dever-se-ia encontrar e formular relações constantes entre os fenômenos. Para o autor, seriam justamente as leis e as proposições universais que expressariam as conexões regulares e que permitissem, por um lado, explicar e, por outro, prever fatos particulares.

- *Caráter crítico*: a Ciência é, sobretudo, um saber crítico, isto é, um pensar interrogante e por isso sua tarefa seria a de questionar. Portanto pressupõe inicialmente uma pergunta, uma racionalidade em forma de uma lógica de pergunta-resposta, o reconhecimento de que existe algo que não se sabe. Supõe-se a existência de um problema, de algo questionável, para que se possa obter uma conclusão a respeito da situação investigada. Pardo, neste contexto, afirma que a atitude de alguém que faz ciência deveria ser uma atitude crítica.
- *Saber fundamentado (lógica e empiricamente)*: a Ciência para ser considerada requer fundamentação de suas afirmações em duas dimensões: uma lógica e outra empírica. A primeira estaria relacionada com a coerência entre as proposições que conformam à teoria de acordo com as regras da lógica. A segunda implicaria a necessidade de justificar os enunciados por meio de experimentos.
- *Caráter metódico*: implica a exclusão de erros mediante verificação e comprovação. A tendência fundamental do pensamento científico moderno seria identificar o saber, o conhecimento propriamente dito, a verdade como certeza. Assim, um corpo de conhecimentos para ser considerado científico deveria seguir, necessariamente, certos procedimentos, certos passos. Sem investigação, segundo o autor, não haveria pretensão de cientificidade.
- *Sistematicidade*: por sistema, Pardo (2000) entende um conjunto ordenado de elementos e, portanto, o caráter sistemático da Ciência alude a uma unidade harmônica, consistente, não contraditória do saber, em virtude na qual novos conhecimentos se integram e são estabelecidos.
- *Comunicação mediante uma linguagem precisa*: a Ciência constantemente formula enunciados que deveriam responder a questões postas em dúvida, valendo-se de respostas a hipóteses que deveriam cumprir com requisitos lógicos e empíricos. Esses enunciados formulados deveriam ser precisos. Por isso, Pardo (2000) evidencia que deveria ser usada uma linguagem que tivesse um sentido único, uma linguagem formal, como a lógica e a Matemática.

- *Pretensão de objetividade*: por objetividade entende-se a capacidade do sujeito ser neutro frente ao objeto a conhecer.

Cabe aqui ressaltar que algumas das características expressas por Pardo (2000) em relação ao conhecimento científico poderiam estar presentes em atividades que utilizam a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. A *capacidade descritiva, explicativa e preditiva* no momento de o aluno escolher o tema e tomar conhecimento da situação de estudo por meio de levantamento de dados. O *caráter crítico* seria em relação às questões que o discente formula logo após ter escolhido o tema de interesse para investigação. A *fundamentação* quando ele supõe hipóteses sobre o tema. O *caráter metódico* se faria presente porque a Modelagem Matemática pressupõe alguns passos a serem seguidos.

O diferencial da Modelagem Matemática encontra-se no processo que é compartilhado pelo grupo. Sob este aspecto há pontos a serem destacados, entre eles: maior interesse do(s) grupo(s), interação maior no processo de ensino aprendizagem, demonstração de uma forma diferenciada de conceber a educação e como consequência uma nova postura do professor. Desta forma, este procedimento, que parte do interesse do grupo, resulta em ganho, devido aos alunos trabalharem com aquilo que gostam, que para eles apresenta-se de forma significativa e os torna corresponsáveis pela aprendizagem. Por este motivo a Modelagem pode ser trabalhada, enquanto processo, em cinco etapas: a escolha do tema, a pesquisa exploratória, levantamento do problema, resolução e desenvolvimento da matemática relacionada ao tema e análise crítica da solução. Por partir de temas de interesses de grupos a Modelagem Matemática como sistema de ensino é concreta e real. (GOMES, 2005, p. 21) [grifos meus].

A *sistematicidade* estaria presente no momento da formulação do modelo matemático, pois o aluno, além de utilizar conhecimentos matemáticos próprios, poderia fazer uso de novos. A *comunicação mediante linguagem precisa*, quando o estudante, após a verificação da validade do modelo encontrado, expressa os resultados, interpretando-os. A *pretensão de objetividade* penso ser a característica menos evidenciada no processo de Modelagem Matemática, pois o educando, geralmente, escolhe as variáveis conforme os conhecimentos matemáticos que possui, facilitando, assim, o desenvolvimento das atividades.

Foucault (1999b), por sua vez, expressa que a marca da cientificidade do paradigma moderno poderia ser pensada no que denomina de ordem discursiva em uma sociedade ocidental amarrada pelas ideias iluministas e o advento científico da Revolução Científica, demonstrando que somente tem valor o que é medido e quantificável. Ao compreender tal ideia, percebe-se que a trajetória histórica das Ciências Humanas muitas vezes se apresentou, por um longo tempo, amarrada à ordem discursiva vigente: a Ciência matemática exata. É então que, constituindo-se por meio de formações discursivas e regimes de práticas, a Ciência se inventa e se coloca na ordem vigente na modernidade. Compreendê-la como estudo da

verdade, como uma metafísica fora do jogo histórico, foram ideias que marcaram com supremacia os entendimentos dos teóricos que produziram as conceituações vigentes da Ciência aceita, a assim chamada Ciência Moderna.

A partir da segunda metade do século XVIII, na ótica de Foucault, foi o período em que ocorreu o disciplinamento dos saberes, sendo que cada grupo de saber, a partir de sua organização interna, transformou-se em disciplina. Essa organização interna, para o filósofo, resultou no surgimento das Ciências que, antes do século XVIII, não existiam, pois havia apenas a Filosofia. Foucault (2005b, p. 218) explicita que “não foi o progresso da razão que fez surgir a Ciência. O que de fato houve foi uma imensa luta de saberes uns contra os outros o que possibilita que se perceba seu sentido político”. As disciplinas escolares, inclusive a Matemática, seriam resultantes desse disciplinamento dos saberes.

[...] esse disciplinamento incidente sobre os saberes provocou um desbloqueio epistemológico, uma nova forma, uma nova regularidade na proliferação dos saberes. [...] esse disciplinamento organizou um novo modo de relação entre poder e saber. [...] a partir desses saberes disciplinados, apareceu uma nova regra que já não é a regra da verdade, mas a regra da ciência (FOUCAULT, 2005b, p. 221-222).

Araújo (2007) menciona que Foucault não faz uma história das ideias, nem uma história da evolução da Ciência, nem discute se determinada teoria seria verdadeira ou falsa, mas analisa o modo como o saber se dispõe, constitui-se, fabrica temas e produz verdades. O objetivo de Foucault, de acordo esse autor, seria mostrar que, se os saberes foram sendo produzidos, não se deveria tomá-los simplesmente como verdadeiros ou falsos, o que poderia interessar do ponto de vista epistemológico, mas não do ponto de vista da arqueologia do saber, que mostraria seus usos diversos. O filósofo se interessava pela constituição das ciências e não pela sua estrutura interna, suas condições epistemológicas. A Ciência, na perspectiva foucaultiana, seria, então, produzida por nós, uma vez que o nosso discurso a constitui, sendo uma vontade de verdade. Ela seria entendida como produtora de um discurso que instituiu e legitimou saberes e que tomou forma no século XVI pela rigorosidade, matematização e linearidade advindas dos momentos histórico, social, político, econômico e cultural da época moderna.

Diaz (2000) argumenta que Foucault não analisa a Ciência em si mesma, mas sim como conhecimento histórico-cultural. Para o filósofo, conforme a autora, a atividade científica conformaria um dispositivo de saber-poder avaliado pela racionalidade de seus discursos e práticas. Essa racionalidade teria como meta atravessar os espaços científicos e

abarcam em seus limites toda a realidade. O conhecimento científico, durante a modernidade, impor-se-ia como garantia a todo aquele que se considerava verdadeiro.

De acordo com a autora, para Foucault, não existe uma verdade única que persista através do tempo. Nesta ótica, as práticas sociais de uma determinada época geram saberes considerados sólidos, sérios, confiáveis; porém, a partir destes, constituem-se novos valores (éticos, políticos, religiosos, cognitivos), os quais, por sua vez, configuram novos sujeitos de conhecimento. Como o saber se encontra em relação direta com o poder, as mudanças científicas interagem com as dos dispositivos de poder. Saber e poder não são o mesmo, mas implicam-se mutuamente.

O espírito da modernidade implantou o rigor das disciplinas (DIAZ, 2000). Disciplina em relação a poder, a qual, a partir do século XVII, estabeleceu controle rigoroso no exército, na justiça, nos colégios, nos hospitais, nos cárceres, nos lugares de trabalho da sociedade em geral. Disciplina em relação ao saber, uma vez que toda forma de conhecimento que aspirasse a ser reconhecida como científica deveria reger-se por um modelo da Física ou da Matemática. Na visão da autora, as Ciências Sociais que, em sua maioria, começavam a se constituir como saber científico a partir do século das Luzes, deveriam disciplinar-se e reduzir-se a um modelo de ciência hegemônica daquele momento.

Para Diaz (2000), como na Antiguidade Clássica se constituiu pela primeira vez a razão como “logos” (razão cósmica), na Modernidade, construiu-se uma nova forma de racionalidade: a científica, agora como “ratio” (razão subjetiva). Porém, a autora afirma que, os modernos esqueceram-se de que os homens que compõem o espaço de poder seriam os que estabeleceriam os limites da razão e, ao mesmo tempo, da verdade. Pretendiam que a razão fosse eterna, necessária e sem história, isto é, que a priori, representasse o único meio seguro de descrever a verdade.

A perspectiva foucaultiana, segundo Diaz (2000), não almeja, de nenhuma maneira, ignorar a noção de racionalidade e, menos ainda, a de verdade. Objetiva, simplesmente, assinalar que a razão e a verdade não seriam substâncias eternas e transcendentais sem construção histórica e imanente. Neste sentido, o discurso seria racional, mas desmistificador, cumprindo as regras estabelecidas. Porém, o filósofo apresenta certa resistência em aceitar os estreitos limites da racionalidade científica como sinônima da razão universal. A racionalidade em Foucault se estende ao político-social. Cumpre com as leis requeridas para que um discurso produza efeitos de verdade, mas sabendo que esta depende de consenso humano e de estratégias de poder.

Não se trata, na opinião da autora, de defender a irracionalidade, pois sem parâmetros racionais nem sequer poderíamos compreender-nos. Sem alguns acordos básicos, a sociedade não seria possível. Entretanto, não se deveria esquecer que existiram sociedades cujo princípio de ordem não foi a razão como, por exemplo, os valores religiosos ou os estéticos. Na modernidade, a autora afirma que se impôs uma racionalidade em que não existia lugar para o azar, o caos, a indeterminação, a capacidade humana de eleger o inconsciente como objetos de estudo científicos. Essa racionalidade, para Diaz (2000), estabeleceu um território teórico que Foucault denominou de “episteme moderna”.

Episteme, na perspectiva foucaultiana, faz referência às condições de possibilidade dos saberes sólidos contidos em uma determinada época histórica. No desenvolvimento da história, existiram diferentes epistemes; porém, o que é saber sólido para uma época, pode não ser para outra. Nesta ótica, as epistemes são incomensuráveis entre si. Não existem parâmetros objetivos para determinar que a episteme antiga seja melhor ou pior do que a medieval, ou a moderna, e assim sucessivamente.

Em relação à episteme, Diaz (2000) apresenta o exemplo da água, que, para nós, é um corpo formado pela combinação de uma molécula de oxigênio e duas de hidrogênio. Mas, para alguns povos arcaicos, era uma divindade. É evidente que ela não muda sua maneira de estar presente na natureza; mas a compreensão que temos dela. Em uma episteme científica, a água é formalizada como H_2O ; em uma religiosa, é um objeto de culto. Foucault diria que nada nos permite afirmar que nossa maneira de considerá-la representaria um progresso em relação aos outros em outros tempos. Trata-se simplesmente de uma mudança de perspectiva na maneira de vê-la e de anunciá-la. Obedeceria, entre outras coisas, à forma como se está compreendendo algo (neste caso a água) desde as epistemes diferentes, ou seja, a partir dos contextos sociais diferentes.

Para Foucault (1999b), a episteme moderna se caracteriza, fundamentalmente, por considerar que a representação seria um modo privilegiado de concordar com qualquer conhecimento sólido. Dito de outra maneira, o conhecimento moderno acredita que a realidade seria tal como se representa, como se reflete o conhecimento científico. O modelo físico-matemático newtoniano construiu a representação (o modelo) das trajetórias dos astros. As constatações empíricas, por sua vez, deveriam dar conta dessas representações.

Nessa perspectiva, o sujeito, para ter status de cientista, deveria ser o mais exato e objetivo possível para desvelar o real, sendo os discursos considerados reguladores e controladores, onde somente alguns seriam convidados a falar. A vontade de verdade

produziria, enfim, a constituição do que seria ouvido ou não. Na Modernidade, somente os conhecimentos autorizados e legítimos eram os que vinham com o carimbo de científico.

[...] creio que essa vontade de verdade, assim apoiada sobre um suporte e uma distribuição institucional, tende a exercer sobre os outros discursos – estou sempre falando de nossa sociedade – uma espécie de pressão e como que um poder de coerção. Penso na maneira como a literatura ocidental teve de buscar apoio, durante séculos, no natural, no verossímil, na sinceridade, na ciência também – em suma, no discurso verdadeiro (FOUCAULT, 2004, p. 18).

A Ciência Moderna teve então por finalidade explicar a forma da natureza, dominando-a e controlando-a na busca da compreensão racional da mesma, tornando o homem um ser ativo, ao contrário do paradigma anterior, que colocava o homem como um ser passivo, contemplando a natureza. Dessa forma, o sujeito moderno seria disciplinado, assujeitado, submetido a um sistema de valores e regras que ele não questionaria, pois tudo lhe pareceria natural. Cabe aqui uma análise acerca desse domínio que intenta a Ciência Moderna: estar dominando essa ciência pode nos levar a pensar que o contrário também é verdadeiro. Um cientista que, ao mesmo tempo em que domina, é também dominado pelos saberes que produz. Poder-se-ia assinalar, no caso, que a busca de maneiras de expressar e compreender o mundo teria conduzido a humanidade à produção de conhecimentos que poderíamos observar no desenvolvimento tecnológico dessa contemporaneidade, tendo, em sua maioria, a Matemática como suporte:

As idéias matemáticas comparecem em toda evolução da humanidade, definindo estratégias de ação para lidar com o ambiente, criando e desenhando instrumentos para esse fim, e buscando explicações sobre os fatos e fenômenos da natureza e da própria existência. Em todos os momentos da história e em todas as civilizações, as idéias matemáticas estão presentes em todas as formas de fazer e de saber (D'AMBRÓSIO, 1997, p. 97).

Popkewitz (1999, p. 121) na mesma linha argumentativa destaca que a Ciência e a Matemática são consideradas como campos do conhecimento universal e implicadas com o desenvolvimento da razão, normalizando e regulando práticas, gramáticas e racionalidades que atuam para governar “a forma como o mundo deve ser visto, compreendido e transformado”. Para o autor, não apenas essas áreas, mas o próprio currículo, marcado pela linearidade, disciplina e segmentação, poderia engendrar mecanismos de regulação do pensamento, buscando desenvolver nos estudantes uma racionalidade que os tornaria mais autônomos e livres. Também argumenta que o currículo poderia ser compreendido como uma

“invenção da modernidade”, que viabiliza procedimentos, técnicas e saberes com funções de regulação e de disciplinarização pelas quais “os indivíduos devem regular e disciplinar a si próprios como membros de uma comunidade/sociedade” (POPKEWITZ, 1999, p. 186). O autor argumenta que a função de regulação do currículo poderia ser observada em duas dimensões: em primeiro lugar, pela imposição dos saberes que passariam a ser ensinados e transmitidos na escola ao mesmo tempo em que outros seriam excluídos. Em segundo, a função de regulação do currículo atuaria pela própria seleção de conhecimentos, que implicaria não apenas inclusão/exclusão de saberes, mas também como guia da própria forma de os indivíduos pensarem sobre o mundo. O autor afirma que

Juntamente com a aprendizagem de conceitos e de informações sobre Ciências, Estudos Sociais e Matemática são aprendidos métodos de solução de problemas que fornecem parâmetros sobre a forma como as pessoas devem perguntar, pesquisar, organizar e compreender como são o seu mundo e o seu “eu”. Aprender informações no processo de escolarização é também aprender uma determinada maneira, assim como maneiras de conhecer, compreender e interpretar (POPKEWITZ, 1999, p.192).

Nos trabalhos analisados sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, observou-se a importância dada pelos professores à questão da aplicabilidade da matemática escolar. Aparece recorrentemente citações de que o uso da Modelagem Matemática permite ao aluno perceber as aplicações da Matemática, como segue:

Dessa forma, a proposta de utilizar a Modelagem Matemática em sala de aula possibilita mostrar onde e como se aplica a Matemática, sendo, assim, uma importante aliada ao ensino de Matemática. Sabe-se, porém, que não existem receitas prontas, e nenhuma estratégia de ensino pode ter sucesso se o professor não tiver comprometimento, num esforço contínuo de sempre aprender e usar metodologias motivadoras em sala de aula, para, assim, estimular e despertar o interesse de seus alunos. (SONEGO, 2009, p. 22) [grifos meus].

Averiguamos que os alunos se sentiram mais empolgados ao perceberem que estavam conduzindo um trabalho de Matemática cujos dados eram oriundos de suas próprias realidades e coletados por eles. Dessa forma, a Modelagem possibilita que os alunos percebam as aplicações da Matemática em seus respectivos cotidianos, bem como promovam interpretações e discussões em relação a estas. Possibilita também a interlocução entre a instituição escola e a comunidade. (ANDRADE, 2008, p. 117) [grifos meus].

Nesse ambiente [referindo-se à Modelagem Matemática] dinâmico de ensino e de aprendizagem, os alunos puderam perceber a utilidade dos conteúdos matemáticos estudados na escola. Tudo indica que, ao explorar situações problemáticas que envolvem o cotidiano dos alunos, o referido ambiente se torna um facilitador para envolver e desenvolver mecanismos de motivação para domínio dos conteúdos matemáticos formalizados, além de promover um espaço de interação, onde os alunos e professor se comunicam dialogicamente para discutir assuntos de interesses dos alunos. (SMITH, 2008, p. 92) [grifos meus].

Pelos fragmentos acima, é possível inferir que existem ressonâncias com as ideias

expressas a respeito da importância da Matemática em atividades usando Modelagem Matemática com aquelas expressas em relação à Matemática na Modernidade. Os excertos remetem que os professores têm a preocupação de mostrar aos alunos a *utilidade dos conteúdos matemáticos*, pois aludem que a Modelagem Matemática é *uma importante aliada do ensino de Matemática, a qual permite mostrar aos educandos onde e como se aplica a disciplina e que*, ao partir de temas de interesse do aluno, este percebe a *utilidade dos conteúdos matemáticos estudados na escola*. Indicam que, ao utilizarem situações problemáticas que envolvem o cotidiano dos estudantes, *desenvolvem-se mecanismos de motivação para domínio dos conteúdos matemáticos formalizados*. Além disso, consideram que a Modelagem Matemática concede aos alunos a *investigação e transformação de problemas da realidade em problemas matemáticos (por meio de modelos matemáticos)*, motivando-os a buscar respostas através da linguagem matemática.

Cabe também destacar que, na análise efetivada sobre o material de pesquisa, observou-se que a preocupação, durante as atividades envolvendo Modelagem Matemática, ocorre não só com os conteúdos matemáticos, mas também com as questões sociais, políticas, ambientais que podem ser problematizadas por meio da Matemática. A esse respeito D'Ambrósio (2002) afirma que, a partir do final do século XIX, o ensino de Matemática passou a propor discussões voltadas às questões sociais e não apenas na resolução de algoritmos matemáticos. Mesmo que fossem questões do cotidiano, não bastava apenas resolver problemas por meio do cálculo sem uma contextualização que abordasse a situação de forma crítica, visando também à mudança de postura dos professores. Em meados do século XX, na opinião do autor, havia comprovações suficientes da necessidade de melhoria na qualidade de ensino da referida disciplina, isto é, os estudos mostravam que o ensino e a aprendizagem da mesma se tornaram cansativos, repetitivos e insuficientes, contribuindo para a insatisfação e exclusão.

D'Ambrósio (2002) menciona que na metade do século XX, a proposta do ensino da matemática escolar passou a ter como objetivo que os alunos entendessem o que estavam fazendo, pois a maioria continuava com dificuldades de aprender, a não ser quando fazia cálculos mecanicamente com repetição de fórmulas. Pesquisadores desse período defendiam uma reforma pedagógica concreta que deveria ir além da sistematização clássica dos conteúdos, incluindo novos materiais didáticos com renovados métodos de ensino capazes de atender às necessidades oriundas do meio social de onde vinham os estudantes. Nesse sentido, a Modelagem Matemática, segundo os pesquisadores, surge com características capazes de

aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, em especial, nas propostas de educadores que acreditavam que a realidade social era um componente de aprendizado, como pode ser visualizado nos excertos a seguir extraídos das teses e dissertações que compõem o material de pesquisa.

Vislumbra-se a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino e de aprendizagem que viabiliza a construção de conceitos e de conhecimentos matemáticos, relacionando-os com suas aplicabilidades no cotidiano. Foi possível congrega a reciprocidade entre um tema social e os conteúdos específicos programados. (TASCH, 2006, p. 150-151) [grifos meus].

A Modelagem nesse contexto se apresenta como uma estratégia potencialmente significativa, na medida em que possibilita aos sujeitos desenvolverem senso crítico para efetuar mudanças em suas práticas sociais, intervindo de forma reflexiva em situações que requerem aplicações da matemática fora do contexto escolar. (SMITH, 2008, p. 92) [grifos meus].

*Os alunos reconhecem que a Modelagem Matemática possibilita o acesso ao conhecimento matemático, a partir do conhecimento cotidiano. Visto que, em seus depoimentos, eles apontam com propriedades a relação entre esses dois tipos de conhecimentos **Esses alunos, também reconhecem que a Modelagem Matemática é uma forma de vivenciar a matemática não como um conhecimento pronto e acabado, mas como uma forma de construir esse conhecimento. Uma das características mais citadas pelos alunos é a importância da matemática no dia-dia, ou seja a matemática escolar desempenhando um papel social. Acredito que a partir dessas percepções na escola, os alunos possam ser influenciados, e passem a adotar essa postura no dia-dia, dessa forma constituindo-se em cidadãos críticos.** (MACHADO JÚNIOR, 2005, p. 77) [grifos meus].*

Ao trabalhar o conteúdo com uma proposta de Modelagem Matemática, o aluno desenvolve sua criatividade e apresenta uma motivação maior pelo tema abordado. Além disso, o professor consegue envolver os aspectos ambientais, sociais, culturais, ajudando a formar um cidadão mais consciente dos problemas da sociedade. (WERLICH, 2008, p. 60) [grifos meus].

*Este projeto permitiu a utilização de vários tópicos do ensino da Matemática, como por exemplo: conceito de função, plano cartesiano, definição de pontos, conceitos de variável dependente e independente, representação gráfica, domínio e imagem, sistema métrico, criação de tabelas, porcentagens, sistemas de equações. **Ao trabalhar com uma proposta de Modelagem Matemática desenvolve-se a criatividade e uma motivação maior pelas aulas de Matemática. Além disso, o professor consegue envolver os aspectos sociais, culturais e econômicos do próprio aluno, ajudando a formar um cidadão mais consciente dos problemas da sociedade.** (SIMIONI, 2005, p. 89) [grifos meus].*

Além da tarefa de ensinar Matemática, a Modelagem proporcionou momentos interessantes na reflexão que os alunos faziam da importância da Matemática associada aos temas transversais na função de educar socialmente. Os temas mostraram para os alunos que também é necessário que cada educando sintam-se capaz de discutir e de tentar resolver os problemas sociais que cercam sua realidade. É importante que no ambiente escolar o educando torne-se um cidadão crítico e reflexivo. [...] Portanto, a criticidade surge como uma característica muito importante nesta experiência com a Modelagem. Quando o aluno assume o papel de discutir de forma crítica, que a poluição sonora está prejudicando a sua aprendizagem na escola, este cidadão está aprendendo para o seu conhecimento matemático e

aprendendo para a sua vida social. Concluindo, pelo menos por enquanto, gostaríamos de afirmar que a Modelagem associada aos temas transversais, pode sim contribuir para melhorar o ensino-aprendizagem dos alunos em Matemática. (ROZAL, 2007, p. 140) [grifos meus].

Nesse sentido, o uso da Modelagem Matemática serve como proposta metodológica para inserir discussões sociais, econômicas, culturais e ambientais enquanto se estuda Matemática permitindo também, através da abordagem de temas presentes na realidade local, que a comunidade escolar se integre de forma efetiva na responsabilidade da formação cidadã dos alunos envolvidos, tornando assim, o ensino da Matemática mais presente nas problemáticas vivenciadas pelos educandos. (ROCHA, 2009, p. 10) [grifos meus].

Os fragmentos assinalam que o uso da Modelagem Matemática em sala de aula proporciona ao estudante observar que a matemática escolar poderia estar presente no dia a dia, sendo importante na solução de problemas do meio social e político em que vive. O aluno, além de adquirir *conhecimentos matemáticos*, reconheceria a importância do papel da matemática escolar para a *resolução de problemas do cotidiano*, bem como a sua *influência na sociedade*. Nesse contexto, a Modelagem Matemática lhe proporcionaria verificar que a Matemática é uma ciência “viva”, *integrada a várias áreas do conhecimento e comprometida com as questões da sociedade*, pois, ao resolver problemas da realidade, acabaria efetivando a *interpretação e a análise de vários fenômenos naturais e sociais*. Portanto, o uso da Modelagem Matemática serviria *como proposta metodológica para inserir discussões sociais, econômicas, culturais e ambientais na escola*, tornando o ensino da matemática escolar *presente nas problemáticas vivenciadas pelos educandos*, pois os temas são escolhidos de acordo com seus interesses. Essa estratégia de ensino e de aprendizagem tornaria flexíveis os significados da disciplina quando se questionassem os problemas oriundos da sociedade, tornando os alunos *cidadãos críticos*.

Os referidos excertos também podem remeter aos estudos realizados por Veiga-Neto (1996b) sobre o *paradigma educacional crítico*, no qual a escola passaria a ser compreendida “como um locus privilegiado não só para a imposição das ideologias dominantes, mas, principalmente, como um espaço onde seria possível a construção de focos de resistência” (DUARTE, 2009, p. 158). Nesse paradigma, conforme Veiga-Neto (1996b), os professores questionariam os seus papéis sociais, condições sociais e econômicas de trabalho, os objetivos políticos incluídos nos conteúdos que ensinam, o currículo oculto de suas práticas. Nessa perspectiva, a didática não se reduziria a um conjunto de técnicas e métodos, mas implicaria também questionamentos sociais, políticos e econômicos do contexto em que se estaria inserido.

Veiga-Neto (1996, p. 166) menciona que no paradigma educacional crítico, o

“processo de ensinar e aprender seria uma questão fundamentalmente política e, portanto, uma questão que extravasa a escola”. Logo, nesse paradigma, professores deveriam sair da sala de aula para buscar compreender o que é a escola, quais as relações com o mundo social, econômico, cultural. E para que esse *sair da sala de aula* proporcionasse um entendimento efetivo do mundo social no qual o aluno estivesse inserido, “o caminho para isso seria a reflexão e a discussão” (Ibidem, p. 167). Essa reflexão e discussão acabariam tornando o aluno autônomo e crítico, de modo a ser um agente de transformação.

Pode-se deduzir que os excertos remetem para essa linha argumentativa do paradigma educacional crítico, uma vez que expressam que o uso da Modelagem Matemática, ao partir de temas de interesse do aluno, possibilitaria a investigação de assuntos do seu cotidiano, os quais proporcionariam a inserção de *discussões sociais, econômicas, culturais e ambientais*. Tais discussões seriam produtivas para o desenvolvimento do *senso crítico para efetuar mudanças em suas práticas sociais*, bem como viabilizariam *a construção de conhecimentos matemáticos*. Dessa forma, os alunos acabariam percebendo a importância da matemática escolar em várias áreas e situações do cotidiano. É possível assinalar que se estaria capturando o aluno por meio de seu interesse para a solução de problemas da realidade, reforçando o lugar privilegiado atribuído à matemática escolar.

A partir do exposto nesta seção, sou levada a considerar que a importância atribuída à Matemática e, conseqüentemente, à matemática escolar por meio das semelhanças de família entre seus jogos de linguagem e os da Matemática no âmbito da Modelagem Matemática escolar, vincula-se à da hegemonia dada à Ciência na Modernidade, o que, em certa medida, ainda, nos dias de hoje, permanece. A Matemática era e ainda é vista como a possibilidade mais eficaz na resolução de problemas e que tudo poderia e/ou pode ser descrito através da linguagem matemática. Quanto ao uso da Modelagem na Educação Básica, ela seria um meio de mostrar a aplicabilidade da matemática escolar, bem como tornar os alunos críticos por meio de reflexões oriundas de situações de seu interesse, utilizando para a solução desses problemas a matemática escolar.

No próximo capítulo, apresento algumas *in* (conclusões) que buscam sintetizar os caminhos percorridos, bem como os resultados encontrados ao longo deste trabalho de pesquisa.

7 AS (IN)CONCLUSÕES

Não considero necessário saber exatamente quem sou. O que constitui o interesse principal da vida e do trabalho é que eles lhe permitem tornar-se diferente do que você era no início. Se, ao começar a escrever um livro, você soubesse o que irá dizer no final, acredita que teria coragem de escrevê-lo? O que vale para a escrita e a relação amorosa vale também para a vida. Só vale a pena na medida em que se ignora como terminará (FOUCAULT, 2010c, p. 294).

Ao iniciar esta tese, não tinha noção das possibilidades de análise que o tema da investigação – Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar – poderia oferecer. A sensação que tenho, neste momento de finalização do texto e da escrita das considerações acerca da investigação, é a de que outros caminhos poderiam ter sido percorridos e outras relações, estabelecidas, motivos pelos quais o presente capítulo se intitula *In (conclusões)* na medida em que sinto que poderia ficar mais tempo estudando. Entretanto, a ideia é a de deixá-lo em aberto para seguir daqui para diante ou, ainda, para que outras pessoas possam vir a (re) pensá-lo.

Ao olhar para trás, percebo o quanto a pesquisa foi-se modificando desde o seu início. Alguns dos objetivos iniciais foram abandonados em função da amplitude do problema, bem como da restrição cronológica para o término da tese. Porém, acredito que houve um refinamento de ideias e possibilidades que foram efetivadas após estudos e à medida que a pesquisa foi-se concretizando. Assim, considero que o argumento central desta investigação pode ser exposto da seguinte forma: o discurso sobre a Modelagem Matemática escolar captura o aluno por meio do interesse pela solução de problemas de sua realidade, reforçando o lugar privilegiado atribuído à matemática escolar.

Na primeira seção do primeiro capítulo, descrevi os motivos que me levaram a investigar o campo da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, dentre os quais, a constatação da importância do uso da Modelagem Matemática nas aulas observadas de Química, Física e Matemática; verificação nos cadernos dos alunos das referidas disciplinas da necessidade de expressar nas atividades propostas um modelo matemático. Após a escolha

do tema, optei pela seguinte questão de pesquisa: *Que enunciações emergem em teses e dissertações brasileiras, do período de 1987 a 2009, sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, na Educação Básica?*

Discuti, na segunda seção do primeiro capítulo, alguns conceitos relacionados à Modelagem Matemática e modelos matemáticos. Modelo matemático, conforme os pesquisadores por mim consultados, é um conjunto de símbolos e representações matemáticas que representam o objeto em estudo. A Modelagem Matemática, segundo os pesquisadores, é conceituada como um processo em que as características pertinentes de um objeto ou sistema são extraídas da realidade com a ajuda de hipóteses e aproximações simplificadoras e representadas em termos matemáticos com a finalidade de previsão de tendências.

Na terceira seção do primeiro capítulo, fiz um estudo sobre as diferentes interpretações das expressões forma de vida e formas de vida utilizadas por Wittgenstein em sua fase de maturidade. Apresentei as seguintes interpretações, com base nos estudos de Velloso (2003): formas de vida como jogos de linguagem; formas de vida como manifestações orgânicas; formas de vida como culturas diferentes e forma de vida no singular em referência a uma única forma de vida humana. Esse estudo se fez necessário em função da minha escolha em usar a expressão forma(s) de vida durante a escrita da tese.

Portanto, nomeei de Modelagem Matemática em formas de vida não escolar as investigações realizadas em espaços que não são escolares e que têm como foco a solução de problemas externos à escola e as que foram realizadas em escolas e possuem como foco o ensino e a aprendizagem da Matemática de Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. Discuti, ainda, que na escola há diferentes formas de vida – aqui entendidas como diferentes culturas –, entretanto, utilizei forma(s) de vida escolar, pois as investigações foram gestadas na escola, tendo como “solo comum” o ensino e aprendizagem da Matemática.

No segundo capítulo, apresentei, inicialmente, estudos de alguns pesquisadores brasileiros em relação à Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em especial, conceitos utilizados por Rodney Bassanezi, Maria Sallet Biembengut, Dionísio Burak, Jonei Barbosa Cerqueira e Ademir Caldeira. Foi possível destacar que, apesar das divergências, os autores apresentam pontos em comum. Todos objetivam vincular a Matemática com o mundo real, ou seja, pretendem fazer “a ponte” com a vida cotidiana, o que permitiria que o conhecimento se tornasse interessante e útil. É importante destacar que, para esses estudiosos, a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar estaria diretamente ligada à necessidade de se privilegiar, nas atividades curriculares, temas relacionados à realidade e ao

interesse do aluno. A importância da etapa da investigação ao usar a Modelagem Matemática no ensino e o uso de ferramentas matemáticas para resolver a situação escolhida, são outros pontos em comum referentes às ideias dos pesquisadores mencionados. Quanto às divergências, estas se referem à maneira como a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar é concebida. Para alguns, é considerada “um conjunto de procedimentos”; para outros, “uma concepção da educação matemática” e, ainda, há os que a veem como “um ambiente de aprendizagem”.

Após a introdução sobre as concepções vinculadas à Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, apresentei duas seções no segundo capítulo. Na primeira – denominada “O surgimento da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar” –, expus alguns elementos de cunhos sócio-educacionais, econômicos e culturais que podem ter contribuído para que o uso da Modelagem Matemática fosse inserido na(s) forma(s) de vida escolar com regras específicas e com o objetivo de que o “conhecimento se torne mais interessante, útil e estimulante” (DELLA NINA, 2005, p. 29). Pude constatar que foi nas décadas de 1960 e 1970 que surgiram as ideias iniciais do uso da Modelagem Matemática na prática pedagógica da Educação Matemática, em particular, no Brasil. Nesse período, o uso estava enfatizado no Ensino Superior.

Nas décadas de 1980 e 1990, a Modelagem Matemática era introduzida na escola, em especial, na Educação Básica, tendo como foco tornar o aluno mais interessado pela Matemática. Além disso, aspectos como trabalho em grupo, desenvolvimento da autoestima, da criticidade, da responsabilidade, da cooperação eram sinalizados como pontos positivos nos trabalhos que utilizavam a Modelagem Matemática. Nesse tempo, ocorreram mudanças no campo tecnológico e da informação que exigiam trabalhadores com uma base mínima de escolarização e que tivessem habilidades de síntese, análise, interpretação, tomada de decisões. Ademais, os recursos tecnológicos e de informação podem ter contribuído para que a Modelagem Matemática fosse utilizada na(s) forma(s) de vida escolar, pois possibilitavam a realização de “cálculos maçantes” em curto espaço de tempo. Na época, surgia também a mudança na forma de conceber o currículo, o qual deixava de ser uma listagem de conteúdos e passava a ser pensado no sentido de que todas as atividades da escola seriam significativas para o saber do aluno.

A partir dos anos 2000, intensificou-se consideravelmente o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar na Educação Básica. Pelos estudos realizados, é possível concluir que essa intensificação pode ter relação com as orientações propostas pelos

Parâmetros Curriculares Nacionais, que reconheciam como importante a participação construtiva do aluno. Em especial, na Matemática, alguns pesquisadores acreditavam que tais atitudes poderiam ser viabilizadas com o uso da Modelagem Matemática na prática pedagógica.

Ainda no segundo capítulo, na seção denominada “A consolidação da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar”, apresentei trabalhos realizados por alguns pesquisadores que tiveram como objetivo mapear a produção científica da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar. Além disso, relatei eventos que estão sendo realizados na área da Modelagem Matemática, os quais evidenciam a consolidação e o processo de expansão do referido campo na área da Educação Matemática, particularmente, no Brasil. Dentre os estudos realizados, selecionei os artigos de Biembengut (2009), Barbosa (2007), a dissertação de Silveira (2007), a tese de Fiorentini (1994) que mostram o considerável aumento de investigações a respeito da Modelagem Matemática nas últimas décadas. Aliados aos eventos, grupos de discussão consolidados e dos centros virtuais, a maioria dos cursos de Pós-Graduação *stricto sensu* que existem no Brasil e que possuem linha de pesquisa na área da Educação Matemática, têm apresentado a disciplina de Modelagem Matemática. Com isso, busquei mostrar que a importância do uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar está sendo instituída como uma verdade na Educação Matemática.

Na sequência, evidenciei, no terceiro capítulo, as teorizações escolhidas para viabilizar meu estudo; dentre elas, a noção de discurso; enunciado e regime de verdade; ferramentas advindas das teorizações de Michel Foucault. Descrevi, ainda, o material de pesquisa que consistiu em um conjunto de teses e dissertações produzidas, no período de 1987 a 2009, no Brasil, em cursos de Pós-Graduação e que estão disponibilizadas no portal da CAPES. Deste material, selecionei, para meu estudo, 84 trabalhos que fazem referência ao uso da Modelagem Matemática na Educação Básica – 41 relacionadas ao Ensino Fundamental e 43 ao Ensino Médio. Também fazem parte do referido capítulo algumas recorrências que emergiram da análise das teses e dissertações e que tinham como propósito responder à questão inicial de pesquisa: *Que enunciações emergem em teses e dissertações brasileiras, do período de 1987 a 2009, sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, na Educação Básica?* Foram por mim encontradas as seguintes recorrências: uso da Modelagem Matemática permite ensinar e aprender Matemática de forma contextualizada; uso da Modelagem Matemática desenvolve a criticidade e a responsabilidade do aluno; uso da

Modelagem Matemática desperta o interesse do aluno pela Matemática; a Modelagem Matemática utiliza temas da realidade do aluno; na Modelagem Matemática o trabalho é desenvolvido em pequenos grupos; na Modelagem Matemática o aluno é corresponsável pela aprendizagem; o professor, ao usar Modelagem Matemática, sente-se inseguro, entre outros.

No entanto, após a análise das recorrências e dos estudos de artigos sobre Modelagem Matemática, observei que a maioria dos trabalhos fazia alusão às expressões realidade e interesse. Optei por realizar um estudo mais detalhado a respeito do interesse, ou seja, examinar os enunciados sobre a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em especial, no que tange à noção de interesse. Portanto, a questão de pesquisa foi redirecionada para: *Que enunciados emergem sobre o interesse nas teses e dissertações que utilizam a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, em particular, na Educação Básica?*

No quarto capítulo, encontram-se ideias a respeito do interesse de estudiosos dos séculos XIX e XX: John Dewey, Ovide Decroly, Johann Herbart, Edouard Claparède. Para estes, o interesse era visto como elemento da relação do sujeito com o objeto; porém, de diferentes formas. Dewey argumenta que tal relação seria um ato predominantemente social, pois o interesse verdadeiro aconteceria quando o sujeito, no curso de uma ação, tomaria consciência de si pela relação com o meio social. Para Decroly, seria determinado por uma necessidade, sendo que tais necessidades não seriam vistas somente do ponto de vista biológico, mas também de uma relação com o meio ambiente. Os estudos efetivados por Decroly propunham uma educação voltada aos interesses das crianças no sentido de satisfazer suas curiosidades. Conforme o autor, seriam a alavanca propulsora da aprendizagem, pois a necessidade geraria o interesse e só este levaria ao conhecimento.

Herbart considerava importante estimular o aparecimento de interesses múltiplos para que a educação fosse completa. O autor menciona que a conduta pedagógica deveria seguir três procedimentos básicos: o governo, a instrução e a disciplina. A instrução seria o procedimento principal da educação, tendo como foco o desenvolvimento dos interesses e compreendida como construção. Para Herbart, o interesse seria objetivo e passivo, enquanto que para Dewey e Decroly, estaria associado à própria atividade, sendo ativo, objetivo e pessoal.

Semelhante às opiniões de Decroly, Claparède afirmava que o interesse nascia de uma necessidade, ou seja, todo organismo vivo busca constantemente um estado de equilíbrio. Em caso de alguma ameaça ou rompimento desse equilíbrio, surgia a necessidade de retornar ao estado anterior e, dessa forma, o indivíduo adotaria uma conduta que visaria à satisfação

dessa necessidade por meio de um determinado objeto. Essa relação entre o indivíduo e o objeto é o que Claparède também chamava de interesse. Nessa perspectiva, não é um objeto em si que nos interessa, ou seja, o interesse somente surge quando o indivíduo se encontra predisposto a se interessar por determinado objeto.

Ainda, no mesmo capítulo, tece considerações a respeito do método educativo proposto por Decroly – *Método Decroly* –, que tinha como base os *Centros de Interesse*: necessidade de alimentação; de lutar contra as intempéries; de defesa contra perigos e inimigos; de agir; trabalhar; descansar e divertir-se. Por meio dessas necessidades, na visão do autor, toda a prática docente deveria ocorrer. Ademais, seriam respeitados três tipos de atividades da criança: a observação, a associação e a expressão. É possível perceber ressonâncias entre o Método de Decroly e a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar como método de ensino. Para ambos, os programas de ensino poderiam sofrer modificações, assim como a sequência de conteúdos, pois, ao se partir de temas de interesse do aluno, essas situações poderiam definir outras e os assuntos a serem ministrados durante as aulas seriam determinados por esses temas.

No quinto capítulo, discuti os enunciados que emergiram após o escrutínio do material de pesquisa: o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar requer que se tome como ponto de partida para o processo pedagógico temas de interesse do aluno; o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar torna o aluno interessado e, como consequência, corresponsável por sua aprendizagem; o uso da Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar suscita o interesse do aluno pela matemática escolar.

Por meio da análise dos referidos enunciados, pude inferir que a articulação da Matemática com questões da vivência do aluno provocaria nele o interesse pela matemática escolar, pois, quanto maior a sua afinidade com o tema, maior seu interesse e participação no desenvolvimento das atividades. Ademais, a liberdade que lhe é concedida pelos professores na escolha dos temas de seu interesse poderia ser entendida como uma forma destes controlarem as ações daqueles. A escolha necessitaria estabelecer um “processo de negociação” entre professor e aluno, bem como entre aluno e aluno. No contexto, a liberdade proporcionada ao discente ao usar a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, funcionaria como uma liberdade que, ao mesmo tempo em que possibilitaria práticas diferenciadas, também regularia ações, ou seja, trata-se de uma liberdade regulada. Ademais, o aluno, partindo de temas de seu interesse, acaba se sentindo corresponsável pela aprendizagem.

No sexto capítulo, discuti duas questões que emergiram da análise do material de pesquisa. A primeira delas refere-se à representação. Mesmo que se considere como ponto de partida para o processo pedagógico temas de interesse do aluno, quando se utiliza Modelagem Matemática objetiva-se a construção de um modelo matemático com regras associadas à matemática escolar, que é uma representação da situação escolhida. Por isso, na primeira seção, analisei algumas ideias do filósofo Michel Foucault sobre representação. Após estes estudos e a análise do material de pesquisa, cabe inferir que, o modelo matemático encontrado durante as atividades realizadas não seria uma representação fiel da realidade, pois, ao usar os dados, o aluno poderia utilizar apenas alguns, deixando outros de lado, o que acabaria fazendo com que o modelo se tornasse uma simplificação da realidade. Portanto, nessa perspectiva, a transposição de situações do cotidiano do aluno para a linguagem da matemática escolar não ocorre de forma tranquila, pois, sendo os contextos diferentes, os usos atribuídos aos significados também são.

A segunda questão, discutida no mesmo capítulo – seção dois – foi sobre a importância atribuída à Matemática e, conseqüentemente, à matemática escolar, que estaria vinculada à hegemonia da Ciência Moderna. Na Modernidade, a Matemática era vista como aquela que resolveria todos os problemas, ou seja, tudo poderia ser descrito em forma de linguagem matemática. Algumas ideias de Platão e Foucault sobre a racionalidade também foram por mim apresentadas na mesma seção. Quanto à Modelagem Matemática, ela seria um meio de mostrar a aplicabilidade da matemática escolar, bem como tornar os alunos críticos por meio de reflexões oriundas de problemas de seu interesse e realidade.

Arrisco-me a pensar que, embora o foco da Modelagem Matemática seja o interesse e a realidade do aluno, após a realização de atividades envolvendo a Modelagem Matemática na(s) forma(s) de vida escolar, o que se almeja é possibilitar um olhar mais produtivo em relação à matemática escolar. Dito de outra forma, a aplicabilidade e a utilidade, descritas como vantagens no uso da Modelagem Matemática, reforçam que a matemática escolar seria importante para a resolução de questões sociais, econômicas, biológicas..., o que acaba fazendo com que o aluno tenha interesse em estudar os conteúdos matemáticos por necessidade própria e não por obrigação.

Após a breve retomada desses pontos que, em minha caminhada, considerei importantes, estou ciente do caráter inconclusivo deste estudo, lembrando que o encadeamento de ideias e os arranjos feitos entre as análises apresentadas constituem uma escolha interessada e nada neutra desta pesquisadora, uma vez que o exercício analítico que

efetivei é uma das leituras que poderiam ter sido feitas sobre a Modelagem Matemática. Neste momento de in (conclusões), penso que poderia haver possibilidades e maneiras de se aprofundarem mais algumas questões discutidas no decorrer do trabalho, bem como formular novos questionamentos sobre a temática estudada. Para exemplificar: como o interesse do aluno é construído e ativado em atividades que utilizam a Modelagem Matemática? Entendo que seja esta uma possibilidade de estudo que abriria novos horizontes para seguir pensando sobre a Educação Matemática, em particular, sobre a Modelagem Matemática em minha vida acadêmica.

O curso de Doutorado, ao instigar-me a realizar leituras e problematizar o campo da Educação Matemática, também me proporcionou a apropriação de teorizações desconhecidas e realizar um olhar diferenciado sobre o material de pesquisa, de modo a atribuir sentidos que conformassem um trabalho de cunho investigativo. Esse olhar, muitas vezes, fez-me repensar a minha prática pedagógica e colocar sob suspeição minhas convicções, meu conhecimento. E, agora, ao terminar a escrita desta tese, gostaria de lembrar um trecho de Foucault, no qual expressa que, só há conhecimento quando se estabelece *uma luta singular, um tête-à-tête*. Nas palavras do filósofo,

O conhecimento esquematiza, ignora as diferenças, assimila as coisas entre si, e isto sem nenhum fundamento em verdade. Devido a isso, o conhecimento é sempre um desconhecimento. Por outro lado, é sempre algo que visa, maldosa, insidiosa e agressivamente, indivíduos, coisas, situações. Só há conhecimento na medida em que, entre o homem e o que ele conhece, se estabelece, se trama algo como uma luta singular, um *tête-à-tête*, um duelo (FOUCAULT, 2005, p. 26, grifos do autor).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. *Perspectiva educacional e perspectiva cognitivista para a Modelagem Matemática: um estudo mediado por representações semióticas*. Revista de Modelagem na Educação Matemática. Blumenau. v. 1, n. 1, 28-42, 2010.

ARAÚJO, Alyne Maria Rosa de. *Modelagem Matemática nas aulas de Cálculo: uma estratégia que pode contribuir com a aprendizagem dos alunos de Engenharia*. 96f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico. Universidade Federal do Pará. BELÉM, PA, 2008.

ARAÚJO, Inês Lacerda. Foucault, formação de saber, o poder disciplinar e o biopoder enquanto noções revolucionárias. In *Ítaca 14 - Foucault, formação de saber, o poder disciplinar e o biopoder enquanto noções revolucionárias*, p. 11-29, 2007.

ARAÚJO, Jussara de Loiola. Relação entre matemática e realidade em algumas perspectivas de Modelagem Matemática na Educação Matemática. In BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A.D.; ARAÚJO, J. L. (Org). *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, p. 17-32, 2007.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. *Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores*. 253f. (Doutorado em Educação Matemática). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2001.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Uma perspectiva de Modelagem Matemática. In: *Anais da Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática*. Piracicaba: UNIMEP, 2003.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. *Modelagem Matemática: o que é? Por que? Como?.* Veritati, n.4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Sobre a pesquisa em Modelagem Matemática no Brasil. *Anais da V Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática*, 2007.

BARBOSA, Tatiana Albieri; BUENO, Simone; LIMA, Mariza Antonia Machado. Modelagem Matemática: um método de ensino e aprendizagem. In *Anais do XIII CIAEM-*

IACME, Recife, Brasil, 2011.

BASSAN, Valdi José. *Como interessar a criança na escola: a noção dos centros de interesse em Decroly*. Tradução Rosa Henriques. Col. Novalmedina. Coimbra: Almedina, 1978.

BASSANEZI, Rodney C. *Modelagem Matemática uma disciplina emergente nos programas de formação de professores*. Biomatemática IX. 1999. Disponível em http://www.ime.unicamp.br/~biomat/bio9art_1.pdf. Acesso em 10 de setembro de 2011.

BASSANEZI, Rodney Carlos. *Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia*. São Paulo: Contexto, 2002.

BEAN, Dale. O que é modelagem matemática? In: Educação Matemática em revista: *Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática*. São Paulo, n. 9/10, abril, p. 49-57, 2001.

BERTICELLI, Ireno Antônio. Currículo: tendências e filosofia. In COSTA, Marisa Vorraber (org). *O currículo nos limiares do contemporâneo*. 2a. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. *Modelagem matemática no ensino*. 3a. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

BIEMBENGUT, Maria Salett. 30 Anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 2, n. 2, p.7-32, jul. 2009.

BIEMBENGUT, Maria Salett. Concepções e Tendências de Modelagem Matemática na Educação Brasileira. *Anais do XIII CIAEM-IACME*, Recife, Brasil, 2011.

BIEMBENGUT, Maria Salett; ZERMIANV, Vilmar José. Perspectivas da Modelagem Matemática e projetos nas feiras de matemática. In ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de.; ARAÚJO, Jussara Loiola; BISOGNIN, Eleni. *Práticas de modelagem matemática: relatos de experiências e propostas pedagógicas*. Londrina: Eduel, 2011.

BONGANHA, Carlos André, et al. *Conceitos e fundamentos da Modelagem Matemática para gerenciamento de recursos híbridos subterrâneos*. *Revista Analytica*. n. 30, p. 116-120, ag/set 2007.

BRASIL-MEC. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL-MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais Mais Ensino Médio*: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ministério da Educação. Brasília: SMT/MEC, 2002.

BUJES, Maria Isabel Edelweiss. *Infância e maquinarias*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

BURAK, Dionísio. *Modelagem Matemática*: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. Campinas. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1992.

BURAK, Dionísio. *Modelagem Matemática*: experiências vividas. 2004. Disponível em <http://www.somaticaeducar.com.br/arquivo/artigo/1-2008-11-02-17-12-43.pdf>. Acesso em novembro de 2010.

BURAK, Dionísio; KLUBER, Tiago Emanuel. Encaminhamentos didático-pedagógicos no contexto de uma atividade de Modelagem Matemática para a Educação Básica. In: ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; ARAÚJO, Jussara de Loiola; BISOGNIN, Eleni. *Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática*. Londrina: Eduel, p. 45-64, 2011.

BURIGO, Elizabete Zardo. *Movimento da Matemática Moderna no Brasil*: estudo da ação e do pensamento de educadores matemáticos nos anos 60. 286f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1989.

CALDEIRA, Ademir Donizetti. *Educação Matemática e Ambiental*: um contexto de mudança. 328f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, Campinas, SP, 1998.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. *Modelagem Matemática*: um outro olhar. Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 2, n. 2, p. 33-54, jul. 2009.

CASTRO-NETO, Vicente Marques de. *O papel em três momentos da evolução do capitalismo econômico*: consolidação, organização científica, flexibilização. 99f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2008.

CLAPARÈDE, Edouard. *A educação funcional*. Tradução J.B. Damasco Penna. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1940 (Original publicado em 1931).

CLAPARÉDE, Edouard. *Psicologia da criança e pedagogia experimental*. São Paulo: editora do Brasil S/A, 1956.

CLAPARÉDE, Edouard. *A escola sob medida*. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961.

CNMEM, VI. Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática. Disponível em <http://www.uel.br/eventos/cnmem/historico.htm>. Acesso em junho de 2010.

COELHO, Kamilla Kristina Sousa França Coelho. *A representação e o real em Michel Foucault*. In RevLet – Revista Virtual de Letras, v. 03, n.1, p. 89-105, jan/jul 2011.

CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão. *Wittgenstein: linguagem e mundo*. São Paulo: Annablume, 1998.

CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão. *As teias da razão: Wittgenstein e a crise da racionalidade moderna*. Belo Horizonte: Argvmentvm Editora, 2004.

CORDAZZO, Jonas. *Modelagem e simulação numérica do derramamento de gasolina acrescida de álcool em águas subterrâneas*. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2000.

CORDEIRO, Edmundo. *Foucault e a existência do discurso*. Cadernos do Noroeste. Universidade do Minho, Braga, vol. 8 (1), p. 179-186, 1995. Disponível em http://search.4shared.com/postDownload/wtrtt5eq/Foucault_e_a_existncia_do_disc.html. Extraído em agosto de 2011.

CORRAZA, Sandra Mara. Labirintos da pesquisa, diante dos ferrolhos. In: COSTA, Marisa Vorraber (Org). *Caminhos investigativos: novos olhares na pesquisa em educação*. Rio de Janeiro: DP&A, p.105-131, 2002.

COUTINHO, Karyne Dias. *A emergência da psicopedagogia no Brasil*. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

CREEM. Centro de Referência de Modelagem Matemática no Ensino. Disponível em <http://www.furb.br/cremm/portugues/cremm.php?secao=Precursos>). Acesso em junho de

2010.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Transdisciplinaridade*. São Paulo: Palas Athena, 1997.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

DELLA NINA, Clarissa Trojack. *Modelagem matemática e novas tecnologias: uma alternativa para a mudança de concepções em matemática*. 213f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

DESCOVI, Lucieli Martins Gonçalves. *Análise de Erros e Modelagem Matemática: uma experiência de superação das dificuldades em Multiplicação e Divisão*. *Anais do XIII CIAEM*, Recife, Brasil, 2011.

DEWEY, John. *Democracia e educação: introdução à Filosofia da Educação*. Tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1959.

DEWEY, John. *Vida e Educação*. 10.ed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

DIAS, Michele Regiane; ALMEIDA, Lourdes Maia Werle de. *Formação de professores e modelagem matemática*. In *Anais do VIII ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática*. Recife, 2004.

DIAZ, Esther. *Investigación básica, tecnología y sociedad: Kuhn y Foucault*. In DIAZ, Esther. *La posciencia: el conocimiento científico em las postrimerías de la modernidad*. Buenos Aires: Biblos, p. 63-80, 2000.

DONALD, James. *Liberdade bem-regulada*. In: SILVA, Tomaz Tadeu da. (org.). *Pedagogia dos monstros. Os prazeres e os perigos da confusão de fronteiras*. Belo Horizonte: Autêntica, p. 61-87, 2000.

DUARTE, Cláudia Glavam. *A “realidade” nas tramas discursivas da educação matemática escolar*. 198f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, São Leopoldo, RS, 2009.

FERNANDES, George Pimentel; MENEZES, Josinalva Estácio. *O movimento da Educação Matemática no Brasil: cinco décadas de existência*. 2004. Disponível em

<http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe2/pdfs/Tema2/0204.pdf>. Acesso em novembro de 2010.

FERRUZZI, Elaine Cristina. *A Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos Cursos Superiores de Tecnologia*. 160f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.

FIORENTINI, Dario. *Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de Pós-Graduação*. 300f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP, 1994.

FONSECA, Márcia Souza de. *Sobre a matematização do mundo*. In Revista Iberoamericana de Educación. Disponível em <http://www.rieoei.org/deloslectores/918Souza.PDF>. Acesso em setembro de 2011.

FOUCAULT, Michel. *Microfísica do Poder*. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979.

FOUCAULT, Michel. O sujeito e o poder. In DREYFUS, Hubert L.; RABINOW, Paul. *Michel Foucault uma trajetória filosófica: para além do estruturalismo e da hermenêutica*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, p. 231-249, 1995.

FOUCAULT, Michel. *Isto não é um Cachimbo*. Tradução de Jorge Coli – Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

FOUCAULT, Michel. *Vigiar e Punir: história da violência nas prisões*. Petrópolis: Vozes, 1999a.

FOUCAULT, Michel. *As palavras e as coisas: uma arqueologia das Ciências Humanas*. Tradução Salma Tannus Muchail. São Paulo: Martins Fontes, 1999b.

FOUCAULT, Michel. *A arqueologia do Saber*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2002.

FOUCAULT, Michel. *A ordem do discurso*. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

FOUCAULT, Michel. *A verdade e as formas jurídicas*. Tradução Roberto Cabral de Melo Machado e Educarado Jardim Morais. Rio de Janeiro: NAU Editora, 2005a.

FOUCAULT, Michel. *Em defesa da sociedade: curso no Collège de France (1975-1976)*. Tradução Maria Ermantina Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2005b.

FOUCAULT, Michel. *Ditos e Escritos Vol. III - Estética: Literatura e Pintura, Música, Cinema*. 2 ed. Rio de Janeiro: Forense Univesrsitária, 2006.

FOUCAULT, Michel. *Nascimento da Biopolítica – curso dado no Collège de France (1978-1979)*. São Paulo: Martins Fontes, 2008a.

FOUCAULT, Michel. *Segurança, Território, População – curso dado no Collège de France (1977-1978)*. São Paulo: Martins Fontes, 2008b.

FOUCAULT, Michel. *Diálogo sobre o Poder*. In *Ditos e Escritos IV: Estratégia, Poder-Saber*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010a.

FOUCAULT, Michel. *Do Governo dos Vivos*. Curso no Collège de France, 1979-1980: excertos. São Paulo: Centro de Cultura Social; Rio de Janeiro: Achiamé, 2010b.

FOUCAULT, Michel. *Verdade, Poder e Si Mesmo*. In *Ditos e Escritos V: Ética, Sexualidade, Política*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2010c.

FRANCHI, Regina Helena de Oliveira Lino. *Ambientes de aprendizagem fundamentados na Modelagem Matemática e na informática como possibilidades para a Educação Matemática*. In BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A.D.; ARAÚJO, J. L. (Org). *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, p. 177-194, 2007.

FRIGOTTO, Gaudêncio. *Educação e a crise do capitalismo real*. São Paulo: Cortez, 3a. ed., 1999.

GAONA, Rómulo Campos. *Modelagem da composição química do leite através de indicadores metabólicos em vacas leiteiras de alta produção*. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

GIONGO, Ieda Maria; QUARTIERI, Marli Teresinha. *Problematizando as matemáticas gestadas em uma disciplina de um curso de Licenciatura em Ciências Exatas*. In *Anais da 32a. Reunião anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – ANPED*, Caxambu, MG, 2009.

GLOCK, Hans Johann. *Dicionário de Wittgenstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

GOMES, Martha Joana Tedeschi. *Modelagem Matemática no Cárcere*. 125f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

GOTTSCHALK, Cristiane. *A Natureza do Conhecimento Matemático sob a Perspectiva de Wittgenstein: algumas implicações educacionais*. Caderno História, Filosofia e Ciência. Campinas, Série 3, v. 14, n. 2, p. 305-334, jul/dez, 2004.

HERBART, Johann Friedrich. *Pedagogia geral*. Tradução Ludwig Scheidl. Lisboa: Editora da Fundação Calouste Gulbenkian, 1971.

HERMINIO, Maria Helena Garcia Barbosa; BORBA, Marcelo de Carvalho. *A noção de interesse em projetos de Modelagem Matemática. Educação Matemática em Pesquisa*. São Paulo, v. 12, n. 1, p. 111-127, 2010.

JACOBINI, Otávio Roberto. *A Modelagem Matemática como instrumento de ação política na sala de aula*. 225 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2004.

KFOURI, William. *Explorar e investigar para aprender matemática por meio da Modelagem Matemática*. 233f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, 2008.

KLEIN, Rejane Ramos. *A reprovação escolar como ameaça nas tramas da modernização pedagógica*. 217f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2010.

KLÜBER, Tiago Emanuel. *Modelagem Matemática e Etnomatemática no contexto da Educação Matemática: aspectos filosóficos e epistemológicos*. 151f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2007.

LACHTERMACHER, Gerson. *Pesquisa Operacional na tomada de decisões*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

LARROSA, Jorge. Tecnologias do eu e educação. In: SILVA, Tomaz Tadeu da. (org.). *Sujeito da Educação: estudos foucaultianos*. Petrópolis: Vozes, p. 35-86, 1994.

LARROSA, Jorge. VEIGA-NETO, Alfredo. Literatura, experiência e formação. In COSTA, Marisa Vorraber (Org). *Caminhos Investigativos – novos olhares na pesquisa em educação*. Rio de Janeiro: DP&A, p. 133-164, 2002.

LARROSA, Jorge. *Pedagogia Profana: danças, piruetas e mascaradas*. 5. ed. Tradução Alfredo Veiga-Neto. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

LATOUR, Bruno. *Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica*. Tradução Carlos Irineu da Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 2000.

LOURENÇO FILHO, Manuel Bergström. *Introdução ao estudo da escola nova: bases, sistemas e diretrizes da pedagogia contemporânea*. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

MACHADO, Elisa Spode. *Modelagem Matemática e Resolução de Problemas*. 140f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2006.

MACHADO, Roberto. *Deleuze, a arte e a filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010.

MARÍN-DÍAZ, Dora Lilia. *Infância: discussões contemporâneas, saber pedagógico e governamentalidade*. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2009.

MARSHALL, James. Governamentalidade e Educação liberal. In: DA SILVA, Tomaz Tadeu (Org.). *O sujeito da Educação: estudos foucaultianos*. Petrópolis: Vozes, p. 21-34, 1994.

MARTINS, Eliane Aparecida. *Modelagem Matemática: uma proposta metodológica para tornar a aula espaço de problematização, pesquisa e construção*. 99f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009.

MATTOS, Sérgio Túlio Generoso de. *A noção de interesse na escola nova: formulações teóricas e a interpretação de Anísio Teixeira de 1924 a 1932*. 107f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.

MESQUITA, Diane Pereira Coelho de. *Breves incursões sobre os influxos de Michel Foucault na episteme da análise do discurso* – Interdisciplinar, v. 6, n. 6, p. 57-71, jul/dez de 2008.

MEYER, João Frederico da Costa de A.; CALDEIRA, Ademir Donizeti; MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. *Modelagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2011.

MONTEIRO, Alexandrina. *O ensino de matemática para adultos através do Método Modelagem Matemática*. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, Rio Claro, SP, 1991.

NASSIF, Lilian Erichsen. *O conceito de interesse na Psicologia Funcional de Edouard Claparède: da chave biológica à interpretação interacionista da vida mental*. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação, Belo Horizonte, MG, 2008.

NIETZSCHE, Frederico. *A gaia Ciência*. Tradução Alfredo Margarido. Lisboa: Guimarães Editores, 2000.

OLIVEIRA, Andréia Maria Pereira de. *Modelagem Matemática e as tensões nos discursos dos professores*. 200f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, BA, 2010.

OLIVEIRA, Eliane Basílio de. *Tecnologia e Educação: um estudo de caso do Projeto Digitando o Futuro, da Rede Municipal de Ensino de Curitiba*. 203f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2001.

OLIVEIRA, Marcelo Leon Caffé de. *As estratégias adotadas pelos alunos na construção de modelos matemáticos*. 130f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, 2007.

PARDO, Rubén H. Verdad e historicidad: el conocimiento científico y sus fracturas. In DIAZ, Esther. *La posciencia: el conocimiento científico em las postrimerías de la modernidad*. Buenos Aires: Biblos, p. 37-62, 2000.

PEREIRA, Reinaldo Arruda. *A ciência moderna, a crise dos paradigmas e sua relação com a*

escola e com o currículo. 159f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

PLATÃO. *A república*. Supervisão editorial Jair Lot Vieira. Bauru, SP: EDIPRO, 2000.

PONTE, João Pedro da; CANAVARRO, Ana Paula. *Matemática e novas tecnologias*. Lisboa: Universidade Aberta, 1997. Disponível em <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/fdm/bibliografia.htm>. Acesso em outubro de 2010.

POPKEWITZ, Thomas. Reforma educacional e construtivismo. In: SILVA, Tomaz Tadeu da. (org.). *Liberdades reguladas: pedagogia construtivista e outras formas de governo do eu*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, p. 95-142, 1999.

RAMIREZ, Carlos Ernesto Nogueira. *O governo pedagógico: da sociedade do ensino para a sociedade da aprendizagem*. 266f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

RIBEIRO, Tiago Magalhães. *Do “você não pode” ao “você não quer”*: a emergência da prevenção às drogas na Educação. 194f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS, 2010.

ROCHA, Kátia Luciane Souza da. *A Modelagem Matemática para o estudo de funções no contexto da Educação Ambiental*. 95f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática). Programa de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática, Centro Universitário Franciscano. Santa Maria, RS, 2009.

ROUSSEAU, Jean-Jacques. *Emílio ou da Educação*. São Paulo: Difel, Difusão Editorial S.A, 1979.

RUCHS, Eurides Luís. *Modelo Matemático para tomada de decisões no processo produtivo e de esmagamento da soja*. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática). Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2010.

SANTANA, Thaine Souza; OLIVEIRA, Andréia Maria Pereira de; BARBOSA, Jonei Cerqueira. O processo de recontextualização na produção dos discursos dos alunos em um ambiente de Modelagem Matemática. In *Anais do XIII CIAEM-IACME*, Recife, Brasil, 2011.

SANTIAGO, Anna Rosa Fontella. Políticas educacionais e reformas no ensino. In *Ensino de História e Educação*. ZARTH, Paulo Afonso et all (org). Ijuí: editora Unijuí, 2004.

SANTOS, Boaventura de Souza. *Um discurso sobre as Ciências*. Porto: Edições Afrontamento, 2002.

SANTOS, Lucíola. A construção do currículo: seleção do conhecimento escolar. In Salto para o futuro – *Currículo: conhecimento e cultura*. Ministério da Cultura: ano XIX, n. 1, abril, 2009.

SANTOS, Lozicler Maria Moro dos; BISOGNIN, Vanilde. Experiências de ensino por meio da Modelagem Matemática na Educação Fundamental. In BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A.D.; ARAÚJO, J. L. (Org). *Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, p. 99-114, 2007.

SANTOS, João de Deus dos. *Formação continuada: cartas de alforria & controles reguladores*. 171f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

SARAIVA, Karla. *Outros tempos, outros espaços: Internet e Educação*. 275f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

SEVERINO, Antonio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. São Paulo: Cortez, 1996.

SILVEIRA, Everaldo. *Modelagem Matemática em educação no Brasil: Entendendo o universo de teses e dissertações*. 208f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2007.

SILVEIRA, Everaldo; CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem na Educação Matemática brasileira: um panorama da produção nacional de teses e dissertações. In *Anais do V Conferência Nacional sobre Modelagem Matemática*, Ouro Preto: UFOP, 2007.

SKOVSMOSE, Ole. *Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade*. Tradução Maria Aparecida Viggiane Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007.

SKOVSMOSE, Ole. *Desafios da reflexão em educação matemática crítica*. Tradução Orlando de Andrade Figueiredo. Campinas, São Paulo: Papirus, 2008.

SMITH, Sílvia Danielle d Cunha. *Modelagem Matemática gerando um ambiente de ensino e aprendizagem para a Educação de Jovens e Adultos*. 105f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas. Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2008.

SOUZA, Maria Celeste Reis Fernandes; FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis. *Razão Cartesiana, Matemática e Sujeito: olhares foucaultianos*. In Educ. Real., Porto Alegre, v. 35, n. 3, p. 303-322, set./dez., 2010. Disponível em: http://www.ufrgs.br/edu_realidade. Acesso em agosto de 2011.

TELOEKEN, Amadeu. *Modelagem Matemática do tratamento de dejetos suínos em unidades de produção agropecuárias*. 99f. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática). Programa de Pós-Graduação em Modelagem Matemática. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, RS, 2009.

TOREZIN, Flávia Roberta. *O conceito de interesse na educação brasileira: um estudo em livros-texto e periódicos*. 93f. Dissertação (Mestrado em Educação: história, política, sociedade). Programa de Pós-Graduação em Educação: história, política, sociedade da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.

VALEIRÃO, Kelin. *Foucault na educação: ferramentas analíticas para a práxis educacional hoje*. Dissertação. (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

VEIGA NETO, Alfredo. *A ordem das disciplinas*. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação. Porto Alegre, UFRGS, 1996a.

VEIGA-NETO, Alfredo. A Didática e as experiências de sala de aula: uma visão pós-estruturalista. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 161-175, jul/dez, 1996b.

VEIGA-NETO, Alfredo. Nietzsche e Wittgenstein. In: GALLO, Sílvio; SOUZA, Regina Maria. (org). *Educação do preconceito: ensaios sobre poder e resistência*. São Paulo: Ed. Alínea, 2004.

VEIGA NETO, Alfredo. *Foucault e a educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

VELLOSO, Araceli. *Forma de vida ou formas de vida?* *Philosophos* 8 (2): 159-184, jul./dez. 2003.

WALKERDINE, Valerie. O raciocínio em tempos pós-modernos. *Educação & Realidade*. Porto Alegre, v. 20, n. 2, jul/dez, 1995.

WALKERDINE, Valerie. Um análise foucaultiana da pedagogia construtivista. In: SILVA, T.T. (org.) *Liberdades reguladas: pedagogia construtivista e outras formas de governo do eu*. Petrópolis: Vozes, p. 95-142, 1998.

WITTGENSTEIN, Ludwig. *Da certeza*. Tradução de Maria Elisa Costa. Lisboa: Edições 70, 1969.

WITTGENSTEIN, Ludwig. *Investigações filosóficas*. Tradução Marcos Montagnoli. 5.ed. Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco; Petrópolis: Vozes, 2008 .

WESCHENFELDER, Noeli Valentina. *Uma história de governamentos e verdades – Educação Rural no RS 1950/1970*. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2003.

Dissertações e teses que fazem parte do material empírico

ABDANUR, Patrícia. *Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa de ensino*. 147f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Mestrado em Educação. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR, 2006.

ANDRADE, Mirian Maria. *Ensino e aprendizagem de estatística por meio da Modelagem Matemática: uma investigação com o Ensino Médio*. 193f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2008.

BARRETO, Marina Menna. *Matemática e Educação Sexual: modelagem do fenômeno da absorção/eliminação de anticoncepcionais orais diários*. 217f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.

BATISTA, Michel Corci. *A utilização da experimentação no ensino de Física: modelando um ambiente de aprendizagem*. 85f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o ensino de Matemática. Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá. Maringá,

PR, 2009.

BURAK, Dionísio. *Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de Matemática na 5a. Série*. 188f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus Rio Claro, SP, 1987.

BURAK, Dionísio. *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. Campinas. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1992.

CALDEIRA, Ademir Donizetti. *Educação Matemática e Ambiental: um contexto de mudança*. 328f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Faculdade de Educação da Universidade de Campinas, Campinas, SP, 1998.

CHAVES, Cristina Medianeira de Souza. *Modelagem Matemática e o uso do álcool e do cigarro: uma forma de contextualizar a Matemática*. 177f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática). Centro Universitário Franciscano. Santa Maria, RS, 2006.

CHAVES, Maria Isaura de Albuquerque. *Modelando matematicamente questões ambientais relacionadas com a água a propósito do ensino-aprendizagem de funções na 1a. Série do ensino Médio*. 150f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas. Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2005.

COSTA, Claudinei Aparecido. *As concepções dos professores de matemática sobre o uso da modelagem no desenvolvimento do raciocínio combinatório no ensino fundamental*. 163f. Dissertação. (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, 2003.

DAMIN, Maria Aparecida da Silva. *Olhares Nômades sobre o Aprendizado na Arte da Modelagem Matemática no “Projeto Ciência na Escola”*. 230f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.

DELLA NINA, Clarissa Trojack. *Modelagem matemática e novas tecnologias: uma alternativa para a mudança de concepções em matemática*. 213f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

FERREIRA, Denise Helena Lombardo. *O tratamento de questões ambientais através da Modelagem Matemática: um trabalho com alunos do Ensino Fundamental e Médio*. 295f. Tese (Doutorado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP, 2003.

FERREIRA, Gesse Pereira. *A viabilidade do ensino de matemática discreta no ensino médio usando modelagem*. 94 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências na Educação Básica). Universidade do Grande Rio Prof. José de Souza Herdy – UNIGRANRIO, Duque de Caxias, RJ, 2009.

GOMES, Martha Joana Tedeschi. *Modelagem Matemática no Cárcere*. 125f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, 2005.

HERMINIO, Maria Helena Garcia Barbosa. *O processo de escolha dos temas dos projetos de Modelagem Matemática*. 139f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP, 2009.

IARONKA, Clessi Fátima. *Contribuições da teoria da aprendizagem significativa e da Modelagem Matemática para o Estudo das Funções*. 112f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática). Programa de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática. Centro Universitário Franciscano. Santa Maria, RS, 2008.

KFOURI, William. *Explorar e investigar para aprender matemática por meio da Modelagem Matemática*. 233f. Dissertação (Mestrado Profissional em ensino de Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, SP, 2008.

MACHADO, Elisa Spode. *Modelagem Matemática e Resolução de Problemas*. 140f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2006.

MACHADO JÚNIOR, Arthur Gonçalves. *Modelagem Matemática no ensino-aprendizagem: ação e resultados*. 142f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas. Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2005.

MALHEIROS, Ana Paula dos Santos. *A Produção matemática dos alunos em um ambiente de Modelagem*. 180f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-

Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2004.

MARTINS, Eliane Aparecida. *Modelagem Matemática: uma proposta metodológica para tornar a aula espaço de problematização, pesquisa e construção*. 99f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Educação. Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2009.

MULLER, Maria Candida. *Modelos matemáticos no ensino de Matemática*. 130f. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1986.

NORONHA, Claudianny Amorim. *As geometrias urbana e isoperimétrica: uma alternativa de uso em sala de aula*. 190f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2006.

OLIVEIRA, Marcelo Leon Caffé de. *As estratégias adotadas pelos alunos na construção de modelos matemáticos*. 130f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia, 2007.

OLIVEIRA, Rosalba Lopes de. *A Modelagem Matemática como alternativa de ensino e aprendizagem da Geometria na Educação de Jovens e Adultos*. 191f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências Naturais e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade federal de São Paulo, São Paulo, SP, 2004.

PEREIRA, Emanuéli. *A modelagem matemática e suas implicações para o desenvolvimento da criatividade*. 104f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2008.

PIRES, Rogério Fernando. *O uso da modelação matemática na construção do conceito de função*. 167f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, 2009.

POSTAL, Rosane Fátima. *Atividades de Modelagem Matemática visando a uma aprendizagem significativa de funções afins, fazendo uso do computador como ferramenta de ensino*. 116f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante no Ensino de Ciências Exatas). Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências Exatas. Centro Universitário Univates, Lajeado, RS, 2009.

ROCHA, Kátia Luciane Souza da. *A Modelagem Matemática para o estudo de funções no*

contexto da Educação Ambiental. 95f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática). Programa de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática. Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, 2009.

ROSA, Cláudia Carreira da. *Um estudo do fenômeno de congruência em conversões que emergem em atividades de Modelagem Matemática no Ensino Médio*. 143f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2009a.

ROSA, Selma dos Santos. *Possibilidades dos processos e métodos no ensino a distância: um estudo de caso de um curso de Modelagem Matemática*. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Regional de Blumenau (FURG), Blumenau, SC, 2009b.

ROZAL, Edilene Farias. *Modelagem Matemática e os temas transversais na educação de jovens e adultos*. 164f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas. Universidade Federal do Pará, Belém, 2007.

SANTANA, Claudinei de Camargo. *A matemática no projeto Ciência na Escola: a busca da autonomia dos alunos*. 273f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

SANTOS, Lozicler Maria Moro dos. *Aprendendo matemática por meio do tema: poluição do ar, do solo e das águas*. 171f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática). Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, 2006.

SANTOS, José Renan Gomes dos. *Investigações do uso de atividades de modelagem computacional no ensino integrado de física e de matemática*. 109f. Dissertação (Mestrado em Educação Brasileira). Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

SANTOS, Marluce Alves. *A produção de discussões reflexivas em um ambiente de Modelagem Matemática*. 122f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, 2007.

SHELLER, Morgana. *Modelagem Matemática na iniciação científica: contribuições para o ensino médio técnico*. 229f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2009.

SILVA, Edgar Alves da. *Introdução do pensamento algébrico para alunos do EJA: uma proposta de ensino*. 189f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007.

SIMIONI, Roberta. *Modelagem Matemática: modelando dados da fábrica da General Motors de Gravataí-RS*. 94f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, RS, 2005.

SMITH, Sílvia Danielle d Cunha. *Modelagem Matemática gerando um ambiente de ensino e aprendizagem para a Educação de Jovens e Adultos*. 105f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas. Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2008.

SPINA, Catharina de Oliveira Corcoll. *Modelagem Matemática no processo ensino-aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Médio*. 177f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2002.

SOISTAK, Alzenir Virginia Ferreira. *Modelagem Matemática no contexto do Ensino Médio: possibilidades de relação da matemática com o cotidiano*. 112f. Dissertação (Mestrado em educação). Programa de Pós-Graduação em Educação. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2006.

SONEGO, Giseli Verginia. *As contribuições da Etnomodelagem Matemática no estudo da geometria espacial*. 143f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática). Programa de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática. Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, 2009.

SOUZA, Elizabeth Gomez. *Modelagem Matemática no contexto dos Ciclos de formação*. 135f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas. Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2007.

STROPPER, Luciano da Silva. *Modelagem Matemática, ensino, pesquisa: uma experiência no Ensino Médio*. 117f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2007.

TASCH, Karla Jaqueline. *A aprendizagem de conteúdo de funções e estatísticas por meio da*

modelagem matemática: “alimentação, questões sobre obesidade e desnutrição”. 177f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em ensino de Física e Matemática). Programa de Pós-Graduação em ensino de Matemática e Ciência. Centro Universitário Franciscano, Santa Maria, RS, 2006.

VARGAS, Paulo Roberto Ribeiro. *Modelagem Matemática: Um Ambiente de Ensino e Aprendizagem Significante na 8ª Série do Ensino Fundamental*. 123f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2006.

VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima. *Objeto de Aprendizagem como Ferramenta de Modelagem Computacional exploratória aplicada ao Ensino de Física*. 137f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

VIECILI, Cláudia Regina Confortin. *Modelagem Matemática: uma proposta para o ensino da Matemática*. 90f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2006.

WERLICH, Raquel. *O uso da modelagem matemática como recurso didático-pedagógico na elaboração de experimentos para feiras de ciências*. 175f. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Luterana do Brasil, Canoas, RS, 2008.