

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO**  
Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social

**Fernando Henrique de Lima**

**UM ESTUDO SOBRE AS INTERVENÇÕES DE UM PROFESSOR EM  
ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

Belo Horizonte  
2020



**FERNANDO HENRIQUE DE LIMA**

**UM ESTUDO SOBRE AS INTERVENÇÕES DE UM PROFESSOR EM ATIVIDADES  
DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (FaE/UFMG), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação.

**Área de concentração:** Educação.

**Linha de pesquisa:** Educação Matemática.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jussara de Loiola Araújo.

Belo Horizonte  
Faculdade de Educação da UFMG  
Março de 2020

L732e

Lima, Fernando Henrique de, 1992-

Um estudo sobre as intervenções de um professor em atividades de modelagem matemática [manuscrito] / Fernando Henrique de Lima. - Belo Horizonte, 2020.

155 f., enc., il.

Dissertação - (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Jussara de Loiola Araújo.

1. Educação – Teses. 2. Aprendizagem – Teses. 3. Matemática – Estudo e ensino – Teses. 4. Análise de interação em educação – Teses. 5. Modelagem na educação matemática – Teses. 6. Observação (Método educacional) – Teses. 7. Ambiente de modelagem – Teses.

I. Título. II. Araújo, Jussara de Loiola. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 510.7

**Catálogo na Fonte: Biblioteca da FaE/UFMG**  
**Bibliotecária: Moema Brandão da Silva CRB6/ 1581**



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Um estudo sobre as intervenções de um professor em atividades de modelagem matemática**

### **FERNANDO HENRIQUE DE LIMA**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO - CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO - CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL.

Aprovada em 27 de março de 2020, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Jussara de Loiola Araújo - Orientador  
UFMG

Prof(a). Andreia Maria Pereira de Oliveira  
UFBA

Prof(a). Vanessa Sena Tomaz  
Universidade Federal de Minas Gerais

*Professora Dra. Andrea Moreno*

*Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação:  
Conhecimento e Inclusão Social - FAE/UFMG*

Belo Horizonte, 30 de março de 2020.



Dedico este trabalho ao meu querido Pai que sempre cuidou de mim e que continua cuidando lá de cima.





## AGRADECIMENTOS

Apesar de produzidas e escritas por uma única pessoa, as palavras presentes nesta dissertação só foram possíveis de serem construídas com a ajuda de diversas pessoas. Foram muitos momentos de alegria, felicidade, consternação, dúvidas, respostas etc. durante a produção deste trabalho. E sem a colaboração de alguns indivíduos eu não teria conseguido chegar até aqui. Portanto, nesta parte do trabalho, gostaria de tecer alguns agradecimentos nominais àqueles e àquelas que contribuíram de alguma forma para a conclusão desta etapa tão importante de minha vida acadêmica.

Primeiramente, agradeço a **Deus** por permitir, com toda sua bondade e misericórdia, que meus planos se alinhassem aos seus.

A minha mãe, **Esmelinda**, por ser a primeira pessoa a acreditar no meu potencial e por, desde a minha entrada na universidade, nunca deixar de me apoiar na realização de meus desejos e caminhos. Se hoje eu sou um profissional da Educação, é porque você sonhou este sonho comigo e me deu condições suficientes para que cada detalhe sonhado fosse concretizado.

A meu irmão, **Pedro**, que nos momentos de maior dificuldade destes últimos anos, foi a pessoa que me manteve forte para conseguir continuar.

A minha incrível orientadora, **Jussara**, que foi se tornando (a passos largos) a pessoa mais importante da minha vida acadêmica. No momento em que nem mesmo eu sabia o que seria de minha vida, ela me apresentou um mundo cheio de possibilidades. Jussara, desde sempre, você me permitiu caminhar com meus próprios pés, mas sem me abandonar, e cuidou de mim (e de minha saúde mental também) em momentos que eu pensei que não conseguiria chegar ao fim deste trabalho. Eu queria que todos tivessem a oportunidade de poder contar com a amizade e as orientações de uma pessoa tão incrível como você.

Aos melhores amigos que a matemática poderia me dar, **Aline, Flaviane, Fran, Maria Evelyn, Thais e Wesley**, por compreenderem todos os momentos de sumiços e abandonos durante estes últimos anos. Amigos, vocês moldaram o ser humano que eu sou hoje e eu sou muito grato por ter vocês comigo.

À **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreia Oliveira**, à **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanessa Tomaz**, à **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Samira Zaidan** e ao **Prof. Dr. Edmilson Torisu** por todo apoio durante esta jornada e por aceitarem o convite para participar da banca de defesa desta dissertação. Por se tratarem de pesquisadores tão notáveis, respeitáveis e importantes para o campo da educação matemática, a contribuição que a avaliação feita por vocês tem para o aperfeiçoamento deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico é imensurável.

Aos vários colegas do grupo de orientação, os *Pupilos da Jussara*, **Ana Paula**, **Célio**, **Edmilson**, **Ilaine** e **Nicole** por todo o suporte em meus primeiros passos como pesquisador, durante a iniciação científica. A **Alan**, **Dani**, **Francisco**, **Gabriel**, **Ludmila**, **Marina**, **Renata**, **Thais**, **Thais Ribeiro** e **Wallison** pelas leituras críticas às primeiras versões desse trabalho; os *pupilos da Jussara* não são responsáveis diretos pelas ideias expressas neste trabalho, mas colaboraram bastante para as possibilidades e escolhas feitas ao longo do estudo. Muito obrigado!

Ao maravilhoso grupo de pós-graduandos da linha de Educação Matemática do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação (PPGE/FaE), em especial a **Alana**, **Flávia**, **Cleide**, **Luciana**, **Mari**, **Raquel** e **Renata** pelo apoio e amizade durante essa jornada que começamos juntos.

Aos incríveis professores da linha de Educação Matemática do PPGE/FaE, **Maria da Conceição (a Ção)**, **Filipe Fernandes**, **Jussara Araújo**, **Manuela David**, **Maria Laura Gomes**, **Samira Zaidan** e **Vanessa Tomaz** pela calorosa recepção nas reuniões da linha e pelos inúmeros ensinamentos nestes últimos anos.

Às professoras **Aniura Barrientos**, **Maria Cristina Ferreira**, **Maria Laura Gomes**, **Samira Zaidan** e **Teresinha Kawasaki** pelo enorme incentivo durante a graduação para seguir com meus sonhos na pesquisa em Educação Matemática.

Ao Setor de Matemática do Colégio Técnico da UFMG (Coltec), **Airton Carrião**, **Kelly Melillo**, **Maria José**, **Nora Zúñiga**, **Mariana Vilela**, **Paula Adelino** e **Thais Pinto** pela oportunidade de trabalhar com um grupo tão incrível de professores e pela confiança depositada em mim durante o período em que fui professor ao lado deles.

A todos meus (ex-)alunos por me mostrarem que ser professor é bom demais.

À organização discente do XXII EBRAPEM, em especial a **Luiza, Warley, Niusarte, Flávia, Felipe, Alana, Luciana, Mari, Paula e Thais** pelos momentos incríveis de compartilhamento de ideias, inseguranças, desafios, problemas, soluções etc. Foi maravilhoso poder organizar um evento tão grande quanto o EBRAPEM com a ajuda de pessoas tão capacitadas quanto vocês. O mesmo agradecimento se estende ao grupo de organizadores da XI CNMEM, **Carla, Dani, Diana, Gabriel, Geovana, Jussara, Marina, Renata e Tiago**, do qual também fiz parte.

Ao grupo de **servidores técnicos administrativos em educação** do PPGE/FaE pela disponibilidade e presteza em todos os momentos de necessidade destes últimos anos.

Aos **colegas do GDMEM** pela troca de sabedorias e por contribuírem fortemente na construção do questionamento fundamental desta pesquisa.

À **Rihanna** por me ajudar a superar várias das minhas crises de ansiedade com sua música.

Ao **CNPq** pelo apoio financeiro na realização desta pesquisa. Em tempos tão complicados para a ciência e para a pesquisa no Brasil, foi um privilégio poder contar com esse amparo. Os pesquisadores brasileiros merecem ser valorizados!

A minha amiga **Débora** por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis dos últimos anos. Débora, encontrar você foi um presente de Deus que eu nunca vou poder retribuir. Juntos, nós passamos pelas maiores enrascadas e saímos plenos de todas elas. Além disso, obrigado por revisar a gramática desta dissertação! Sem você, o trabalho não teria tanta finesse.

E agradeço, também, a pessoa que mais dividiu suas angústias, alegrias, tristezas e conquistas comigo nos últimos anos: **Thais**. Nós somos parceiros de orientação (e de crime) e sem sua presença em minha vida eu certamente não teria chegado até aqui. Obrigado pela cooperação em todos os setores da vida, principalmente no acadêmico. Só a gente sabe o quanto um influenciou o outro nesse tempo de amizade e o quanto a gente cresceu com isso. Impossível resumir a sua importância em minha vida em tão poucas palavras, mas fica aqui o registro do meu amor por você. Obrigado!



*“O professor é com certeza um artista, mas ser um artista não significa que ele ou ela possam criar um perfil, configurar um estudante. O que um educador faz em educação é possibilitar que os estudantes se tornem eles mesmos.”*

*Paulo Freire*



LIMA, Fernando Henrique de. **Um estudo sobre as intervenções de um professor em atividades de modelagem matemática**. 2020. 155 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2020.

## RESUMO

Nesta dissertação, apresento uma pesquisa de cunho qualitativo sobre a relação entre a intervenção docente e a modelagem matemática como prática pedagógica. O objetivo geral deste estudo é compreender como ocorre o processo de intervenção de um professor em atividades de modelagem matemática. Os objetivos específicos são: identificar quais momentos da atuação de um professor podem ser compreendidos como uma intervenção durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem na educação matemática; descrever de que maneira a intervenção de um professor acontece durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem na educação matemática; e caracterizar a intervenção de um professor a partir de sua atuação durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem na educação matemática. De maneira geral, é possível compreender a modelagem matemática, na perspectiva da educação matemática, como uma prática pedagógica na qual os alunos são convidados a investigar problemas com referência na realidade utilizando ferramentas matemáticas. Em atividades investigativas como a modelagem matemática, os professores atuam como orientadores se distanciando da prática tradicional de ensino de matemática. O foco desta pesquisa está no estudo dessa atuação; especificamente, nas ações de intervenção do professor nas atividades dos alunos. Para isso, utilizei uma abordagem qualitativa de pesquisa. A coleta de dados foi realizada em uma sala de aula em que um professor de matemática desenvolveu um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática seguindo seus próprios critérios. Para a construção dos dados, utilizei a observação participante e o registro dos dados foi feito por meio de gravações em vídeo e em áudio e de anotações em um caderno de campo. A análise do material empírico produzido evidenciaram três principais resultados de pesquisa: i) as intervenções que objetivam esclarecer e sugerir são mais frequentes nas etapas de escolha do tema e formulação do problema, respectivamente; ii) o processo de intervenção do professor não segue um sequenciamento de etapas para o desenvolvimento da atividade como apontado em alguns esquemas de modelagem; e iii) as intervenções do professor podem ser divididas em convergentes (quando ela se refere a etapa em que ela foi identificada) ou divergentes (quando ela se refere a uma etapa diferente da que ela foi identificada).

**Palavras-chaves:** educação matemática; intervenção docente; modelagem na educação matemática; atuação do professor; ambiente de modelagem.





LIMA, Fernando Henrique de. **A study on a teacher's interventions in mathematical modelling activities**. 2020. 155 s. Dissertation (Master in Education) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2020.

## **ABSTRACT**

In this dissertation, I present a qualitative research on the relation between teacher intervention and mathematical modelling as a pedagogical practice. The general objective of this study is to understand how the teacher's intervention process takes place in mathematical modelling activities. The specific objectives are: to identify which moments of a teacher's performance can be understood as an intervention during the development of a modelling activity in mathematics education; describe how a teacher's intervention happens during the development of a modelling activity in mathematics education; and to characterize the intervention of a teacher based on his performance during the development of a modelling activity in mathematics education. In general, it is possible to understand mathematical modelling, from the perspective of mathematical education, as a pedagogical practice in which students are invited to investigate real problems using mathematical tools. In investigative activities such as mathematical modelling, teachers act as advisers holding themselves off from the traditional practice of teaching mathematics. The focus of this research is on the study of this performance; specifically, in the teacher's intervention actions in the students' activities. For that, I used a qualitative research approach. Data collection was carried out in a classroom where a mathematics teacher developed a learning environment for mathematical modelling following his own criteria. For the data construction, I used participant observation and the data recording was done through video and audio recordings and through notes in a field notebook. The analysis of the empirical material produced showed three main research results: i) the interventions that aim to clarify and suggest are more frequent in the stages of choosing the theme and formulating the problem, respectively; ii) the teacher's intervention process does not follow a sequence of steps for the activity development as pointed out in some modelling schemes; and iii) the teacher's interventions can be divided into convergent (when it refers to the stage in which it was identified) or divergent (when it refers to a stage different than that which it was identified).

**Keywords:** mathematical education; teacher intervention; modelling in mathematics education; teacher performance; modelling environment.



## LISTA DE SIGLAS

<b>BH</b>	Belo Horizonte
<b>Bolema</b>	Boletim de Educação Matemática
<b>CAPES</b>	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
<b>CEP</b>	Comitê de Ética em Pesquisa
<b>CNMEM</b>	Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática
<b>CNPq</b>	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
<b>Coltec</b>	Colégio Técnico da UFMG
<b>DMat</b>	Departamento de Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais
<b>EBRAPEM</b>	Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática
<b>EJA</b>	Educação de Jovens e Adultos
<b>FaE</b>	Faculdade de Educação da UFMG
<b>FIFA</b>	Federação Internacional de Futebol
<b>GDMEM</b>	Grupo de Discussões sobre Modelagem na Educação Matemática
<b>GT</b>	Grupo de trabalho
<b>IC</b>	Iniciação científica
<b>ICTMA</b>	International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications
<b>PPGE</b>	Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social da FaE/UFMG
<b>RMBH</b>	Região metropolitana de Belo Horizonte
<b>RPG</b>	Role Playing Game
<b>SBEM</b>	Sociedade Brasileira de Educação Matemática
<b>TALE</b>	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TPM</b>	Toques por minuto
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>UNESP</b>	Universidade Estadual Paulista



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Fórmula para o cálculo da quantidade de pele de um indivíduo em metros quadrados .....	29
<b>Figura 2</b> – Trabalhos desenvolvidos (ou em desenvolvimento) pelo grupo de pesquisa coordenado pela Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Jussara Araújo.....	44
<b>Figura 4</b> – Ciclo de modelagem proposto por Borromeo Ferri. ....	47
<b>Figura 5</b> – Esquema de modelagem proposto por Bassanezi .....	48
<b>Figura 6</b> – Fases da modelagem. ....	48
<b>Figura 7</b> – Exemplo de código dos trechos selecionados para análise .....	86
<b>Figura 8</b> – Temas sugeridos pelos estudantes da turma MEC.....	96



## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Perspectivas da modelagem matemática na educação matemática.....	43
<b>Quadro 2</b> – Tarefas no processo de modelagem. ....	51
<b>Quadro 3</b> – Cronograma de pesquisa das turmas MEC e MEA.....	82
<b>Quadro 4</b> – Horário de aulas de matemática das turmas do professor Henrique .....	89
<b>Quadro 5</b> – Formação de grupos da turma MEC .....	98
<b>Quadro 6</b> – Formação de grupos da turma MEA .....	104
<b>Quadro 7</b> – Síntese da relação das intervenções entre as etapas do desenvolvimento da atividade de modelagem matemática .....	129
<b>Quadro 8</b> – Síntese do processo de intervenção .....	131





# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>MODELAGEM MATEMÁTICA: HISTÓRICO, PERSPECTIVAS E ELEMENTOS DO DESENVOLVIMENTO DE UMA ATIVIDADE.....</b>	<b>37</b>
1.1. UM BREVE HISTÓRICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO BRASIL .....	37
1.2. AS PERSPECTIVAS DA MODELAGEM MATEMÁTICA: EM QUAL DELAS ESTA PESQUISA SE LOCALIZA? .....	40
1.2.1. As perspectivas educacional e contextual .....	41
1.2.2. As perspectivas realística e epistemológica .....	41
1.2.3. A perspectiva sociocrítica .....	42
1.2.4. A metaperspectiva cognitiva .....	43
1.2.5. A influência das perspectivas nesta pesquisa.....	43
1.3. ENTENDIMENTOS ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DE UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA .....	45
1.3.1. Os esquemas de modelagem e a sua atual relevância nas discussões sobre o desenvolvimento de uma atividade .....	46
1.3.2. Compreendendo as tarefas em uma atividade de modelagem.....	52
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>A INTERVENÇÃO DOCENTE EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA: A CONSTRUÇÃO DE UMA COMPREENSÃO SOBRE O TERMO .....</b>	<b>55</b>
2.1. A INTERVENÇÃO E SEU USO EM CONTEXTOS DIVERSOS: COMO A EDUCAÇÃO TRABALHA O “CONCEITO”? .....	56
2.2. A ATUAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA EM SALA DE AULA: CONSTRUINDO UM ENTENDIMENTO PARA A INTERVENÇÃO DOCENTE .....	58
2.3. INTERVENÇÃO DO PROFESSOR EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA.....	61
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>OS ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA .....</b>	<b>69</b>
3.1. A ABORDAGEM METODOLÓGICA DE PESQUISA .....	70
3.2. PROCEDIMENTOS DE COLETA E PRODUÇÃO DOS DADOS.....	72

3.3. A ESCOLHA DO SUJEITO DE PESQUISA E O CONTEXTO.....	76
3.4. CRONOGRAMA E O <i>DESIGN</i> EMERGENTE DA PESQUISA .....	79
3.5. SELEÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS EMPÍRICOS .....	84
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>O DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE DE MODELAGEM: UMA ANÁLISE A PARTIR DAS INTERVENÇÕES DO PROFESSOR .....</b>	<b>87</b>
4.1. OS PRIMEIROS PASSOS PARA A CONSTRUÇÃO DO AMBIENTE DE MODELAGEM.....	87
4.2. ESTRUTURA DE DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS E PRIMEIRAS INTERPRETAÇÕES A PARTIR DAS ORIENTAÇÕES DO PROFESSOR HENRIQUE	91
4.3. AS INTERVENÇÕES DO PROFESSOR DURANTE A ESCOLHA DO TEMA.....	94
4.3.1. Descrição e análise dos dados da turma MEC.....	94
4.3.2. Descrição e análise dos dados da turma MEA.....	99
4.4. AS INTERVENÇÕES DO PROFESSOR DURANTE A FORMULAÇÃO DO PROBLEMA OU OBJETIVO .....	105
4.4.1. Descrição e análise dos dados da turma MEC.....	105
4.4.2. Descrição e análise dos dados da turma MEA.....	114
4.5. AS INTERVENÇÕES DO PROFESSOR DURANTE A MATEMATIZAÇÃO .....	120
4.5.1. Descrição e análise dos dados da turma MEC.....	121
4.5.2. Descrição e análise dos dados da turma MEA.....	122
4.6. ANÁLISE GERAL DAS INTERVENÇÕES: AFINAL, COMO OCORRE O PROCESSO DE INTERVENÇÃO DE UM PROFESSOR EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA? .....	125
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>135</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>139</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>147</b>

## INTRODUÇÃO

Durante minha experiência como aluno da Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), entre os anos de 2010 e 2015, tive a oportunidade de realizar diversas atividades extracurriculares de modo a diversificar as minhas vivências, a fim de enriquecer minha formação como professor de matemática. Dentre as experiências que tive, faz-se necessário destacar duas: a primeira delas, em 2013, quando fui bolsista em um projeto de extensão realizado pelo Departamento de Matemática (DMat) da UFMG chamado *Projeto Visitas Programadas ao Laboratório de Matemática*. No *Visitas* (como o projeto é carinhosamente chamado pelos monitores), minha função, e dos demais bolsistas, era promover a matemática como uma disciplina instigante, lúdica e divertida. Para isso, agendávamos horários de visitas para escolas da região metropolitana de Belo Horizonte a nosso laboratório de matemática e, durante as visitas, aplicávamos jogos matemáticos para estudantes presentes.

No período em que fui bolsista do *Visitas*, percebi que outro importante foco do projeto, além do que já foi citado, era trabalhar com a formação profissional de seus monitores. Tentávamos, na maior parte do tempo, despertar nos alunos o desejo pela descoberta, o questionamento, a interação social e outras ações que podem, às vezes, ficar em segundo plano em aulas de matemática. Acredito, portanto, que a vivência como bolsista no *Visitas* me proporcionou momentos que influenciaram (e continuam influenciando) minha prática como professor e como pesquisador. Desse modo, tentar estimular as ações acima citadas nos estudantes foi um grande desafio que, de certa forma, despertou em mim diversas tensões relacionadas à profissão; tensões essas que inspiraram boa parte dos questionamentos presentes nesta pesquisa.

A segunda experiência de destaque – mais próxima da discussão presente neste trabalho – foi minha atuação como bolsista de iniciação científica (IC) em um projeto voltado para a educação matemática, também desenvolvido no DMat. Durante a IC, fui orientado pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jussara de Loiola Araújo, também orientadora desta dissertação. Como pesquisador em formação, minhas tarefas na IC eram as mais variadas e me possibilitaram chegar neste momento de desenvolvimento acadêmico. A primeira atividade que merece destaque é o contato com a literatura em educação matemática. Ao longo da minha formação na graduação, o contato com a literatura sobre educação matemática em geral foi importante, porém insuficiente para alguém que buscava por um desenvolvimento que estivesse além do mínimo estabelecido pelas ementas das disciplinas que constituíam o curso. Nesse sentido, boa parte do

conhecimento sobre a educação e a educação matemática que possuo hoje é fruto desses primeiros ensinamentos obtidos durante a iniciação científica.

Para além do acesso constante com a literatura da área da educação e da educação matemática, outra atividade relevante enquanto bolsista de iniciação científica era a participação em reuniões de orientação coletiva. Nesses encontros, com periodicidade semanal, a Professora Dr.<sup>a</sup> Jussara Araújo e todos os seus orientandos se reuniam para discutir trabalhos, artigos, capítulos de teses e de dissertações, ou qualquer outro material que algum dos participantes estivesse produzindo e desejasse apresentar ao restante do grupo para críticas e sugestões. Essas reuniões foram de extrema importância para minha formação, pois foi nesse ambiente que aprendi mais detalhadamente sobre o que é uma pesquisa, uma coleta de dados, uma dissertação, entre outras coisas fundamentais para o desenvolvimento de um pesquisador.

A principal atividade realizada durante a iniciação científica, porém, e que colaborou fortemente para a formação que tenho atualmente, foi aprender a transcrever, a selecionar e a analisar dados de uma pesquisa sobre *modelagem matemática na educação matemática*.

A partir daquele momento, a expressão acima grifada assumia um papel de destaque no meu percurso como estudante, professor e pesquisador. Portanto, faz-se necessário uma pequena pausa na descrição da minha trajetória para falar um pouco mais sobre a modelagem matemática na educação matemática e o que ela significa.

Definir modelagem matemática pode ser uma tarefa muito difícil, visto que existem diversas formas de se compreendê-la na educação matemática (ARAÚJO, 2012). No entanto, em linhas gerais, a modelagem matemática<sup>1</sup>, na perspectiva da educação matemática, refere-se ao desenvolvimento de atividades em sala de aula nas quais os alunos estão envolvidos na busca de soluções para problemas com referência na realidade por meio de ferramentas matemáticas (MEYER; CALDEIRA; MALHEIROS, 2011; ARAÚJO; LIMA, 2015). Assim, a modelagem pode ser considerada como uma atividade, tarefa ou projeto<sup>2</sup> – desenvolvida em um contexto educacional (escolas, universidades, cursos de formação de professores etc.) – que conecta a realidade e a matemática,

Para fins didáticos, descrevo uma atividade de modelagem matemática que orientei, junto com outros professores de matemática, durante a graduação com o intuito de facilitar a compreensão a respeito dessa tendência da educação matemática. Em uma turma do 2º ano do

---

<sup>1</sup> A partir deste ponto, ao me referir à modelagem matemática na educação matemática, utilizarei o termo modelagem matemática, ou apenas modelagem, a fim de evitar repetições desnecessárias.

<sup>2</sup> Neste trabalho, estou considerando os termos tarefa de modelagem, atividade de modelagem e projeto de modelagem como sinônimos. Contudo, já existem na literatura algumas discussões sobre similaridades e diferenças entre esses termos.

ensino médio de uma escola pública de Belo Horizonte, propusemos, alguns colegas e eu, discutir com os alunos sobre o tema doação de pele. Para isso, utilizamos como contexto o incêndio que ocorreu em janeiro de 2013 na boate *Kiss*, em Santa Maria, RS. Naquela época, muitos dos sobreviventes do desastre precisavam desse tipo de doação e os bancos de doação do Brasil estavam com o estoque praticamente zerado, fazendo com que a ajuda viesse de outros países, como Argentina e Uruguai<sup>3</sup>. Diante de toda a discussão em torno da doação de peles, perguntamos aos estudantes “quanto você possui de pele?”.

Para responder a essa pergunta, os alunos, organizados em grupos, sugeriram fazer uma aproximação, por meio de sólidos geométricos, de partes do corpo humano: uma esfera para a cabeça, troncos de cone para os dedos, cilindro para o pescoço etc. Depois de proporem a aproximação, os estudantes realizaram medições no corpo humano de alguns colegas de turma, calcularam áreas de superfícies de sólidos e obtiveram uma estimativa para o valor da quantidade de pele. Ao fim da atividade, eles compararam os valores encontrados com a fórmula – apresentada na figura 1 abaixo e disponível na internet, para o cálculo da quantidade de pele – na qual  $A$  é a quantidade de pele (em metros quadrados),  $m$  é a massa (em quilogramas) e  $h$  é a altura (em metros).

**Figura 1** – Fórmula para o cálculo da quantidade de pele de um indivíduo em metros quadrados

$$A = \sqrt{\frac{m \times h}{3600}}$$

Fonte: Portal Brasil Escola<sup>4</sup>, 2020.

Também discutimos o modo como a fórmula é apresentada. Nele, a raiz quadrada do produto de grandezas expressas em metros quadrados e em metro resulta em uma grandeza expressa em metros quadrados.

Na atividade acima descrita, é possível perceber os elementos enunciados anteriormente para a realização de uma tarefa de modelagem. Nós tínhamos, em um contexto real (doação de peles), um problema para que os alunos pudessem encontrar maneiras de resolvê-lo (qual é a quantidade de pele no corpo de uma pessoa?) e o uso de ferramentas matemáticas para isso (aproximação de partes do corpo por sólidos geométricos, medições do corpo humano e cálculo de superfícies de sólidos geométricos). Entretanto, é importante frisar que esse é somente um

<sup>3</sup> Disponível em: <https://bit.ly/38lgJVR> e <https://bit.ly/39lvCZw>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2020.

<sup>4</sup> Disponível em: <https://bit.ly/3arqRNU>. Acesso em: 27 de fev. de 2020.

exemplo de atividade de modelagem e que ele não representa essa tendência em suas particularidades. Assim, no próximo capítulo dessa dissertação, discuto com mais detalhes as diferentes formas de se compreender a modelagem e outras formas de organizar uma atividade dessa natureza.

Voltando a minha trajetória, outra de minhas tarefas como bolsista era participar das reuniões do Grupo de Discussões sobre Modelagem na Educação Matemática (GDMEM<sup>5</sup>). Trata-se de um grupo formado por professores e futuros professores de matemática, cuja participação é voluntária e que tem por objetivo formar educadores relativamente à modelagem matemática. Como parte de nossa formação, uma das ações pelas quais somos responsáveis é a promoção da modelagem em escolas, por meio da realização de atividades. Essas ações são realizadas nas escolas dos professores integrantes do GDMEM. Em uma dessas ações, tive a oportunidade de participar da realização de uma atividade de modelagem em uma escola onde uma das participantes do grupo atuava como professora. O projeto realizado com seus alunos foi, também, aquele que discutia a problemática das doações de pele, já explanado.

Após selecionarmos o tema com referência na realidade, os alunos foram convidados a investigar, por meio da matemática, a quantidade de pele que um ser humano possui. Ao fim do primeiro encontro, recebemos, eu e outros participantes do grupo, a orientação de *intervir de maneira mais efetiva* na atividade dos estudantes para que eles pudessem desenvolver o projeto de modelagem dentro do tempo disponível para sua aplicação.

Como um dos responsáveis por conduzir a atividade de modelagem e ainda inexperiente nesse assunto, minha dúvida sobre o que seria *intervir de maneira mais efetiva* foi imediata. Em resumo, meu dilema pessoal era: intervir muito na atividade e acabar mostrando detalhes que os alunos poderiam descobrir sozinhos, dentro do tempo combinado, ou intervir pouco e privar os estudantes de finalizar a tarefa sabendo que o tempo que tínhamos para a aplicação da atividade de modelagem era relativamente curto?

A participação na realização desse projeto e esse momento de tensão foram fundamentais para os questionamentos que tenho enquanto pesquisador em educação matemática. É sabido que o professor, em atividades de modelagem matemática, pode orientar seus alunos de diversas maneiras; mas como acontece essa orientação? Isto é, de que forma os professores intervêm nas atividades de modelagem matemática dos estudantes? Esses questionamentos me levaram a formular a seguinte pergunta de pesquisa:

---

<sup>5</sup> O GDMEM é coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Dra.<sup>a</sup> Jussara de Loiola Araújo.

***Como ocorre o processo de intervenção de um professor em atividades de modelagem matemática?***

A partir desse momento, empreendi meus esforços para avaliar a pertinência da pergunta e o modo como ela se relacionava à literatura disponível sobre modelagem na educação matemática.

Em um primeiro momento, tentei responder ao seguinte questionamento: qual é a relevância de se pesquisar sobre a intervenção de professores durante uma atividade de modelagem? Para responder a essa questão, é preciso compreender como é o funcionamento de uma atividade investigativa como a modelagem.

De acordo com Skovsmose (2000), a educação matemática tradicional se ajusta ao *paradigma do exercício*. Nesse tipo de prática, segundo o autor, as aulas se resumem à exposição de uma série de técnicas e de teorias matemáticas, seguidas de listas de exercícios nas quais os alunos devem praticar os conhecimentos apresentados durante a parte expositiva. Skovsmose (2000) ainda acrescenta que, no paradigma do exercício,

o livro didático representa as condições tradicionais da prática de sala de aula. Os exercícios são formulados por uma autoridade externa à sala de aula. Isso significa que a justificativa da relevância dos exercícios não é parte da aula de matemática em si mesma. Além disso, a premissa central do paradigma do exercício é que existe uma, e somente uma, resposta correta. (p. 2).

No que diz respeito ao papel do professor, como consequência das características das práticas pedagógicas desenvolvidas no paradigma do exercício, o docente acaba se apresentando aos estudantes como o detentor máximo do conhecimento, aquele que expõe o conteúdo, exemplifica o uso da teoria e corrige os possíveis erros dos alunos durante a realização dos exercícios propostos. Dessa forma, sua atuação se torna previsível ao longo do processo de aprendizagem matemática.

Como alternativa ao paradigma do exercício, Skovsmose (2000) sugere o movimento docente para os *cenários para investigação*, no qual os estudantes “são convidados a se envolverem em processos de exploração e argumentação justificada” (p. 1).

São várias as práticas que podem ter um caráter investigativo na educação matemática: a investigação matemática, a resolução de problemas, a etnomatemática, a história na educação matemática etc. Neste trabalho, como já apresentado, a discussão será focada na modelagem matemática.

Apesar de se assemelhar a outras práticas já citadas por seu caráter investigativo, a modelagem possui alguns diferenciais que fazem dela uma prática singular. De acordo com Barbosa (2006), duas características ajudam a diferir uma atividade de modelagem de outras práticas investigativas: “a atividade precisa ser um problema (não um exercício) para os estudantes e precisa ter referência no cotidiano ou em outras ciências que não são a matemática pura” (p. 294, tradução minha)<sup>6</sup>. Por outro lado, uma semelhança entre ela e outras atividades investigativas é a mudança na forma de atuar (e até na forma de intervir<sup>7</sup>) de professores e de alunos, que é bastante diversa daquela observada na prática tradicional. Em atividades de modelagem, objetiva-se que os estudantes tenham uma participação ativa, trabalhando e construindo o conhecimento de maneira autônoma. O professor, por sua vez, atua como orientador, direcionando, explicando, sugerindo, expondo e auxiliando os estudantes durante a realização das atividades. Com essa mesma lógica, Skovsmose (2000), ao falar sobre os cenários para investigação, exemplifica uma mudança na atuação do professor em sala de aula. Segundo o autor,

um cenário para investigação é aquele que convida os alunos a formularem questões e procurarem explicações. **O convite é simbolizado pelo “O que acontece se ... ?” do professor.** O aceite dos alunos ao convite é simbolizado por seus “Sim, o que acontece se ... ?”. Dessa forma, os alunos se envolvem no processo de exploração. **O “Por que isto ... ?” do professor representa um desafio** e os “Sim, por que isto ... ?” dos alunos indica que eles estão encarando o desafio e que estão procurando explicações. Quando os alunos assumem o processo de exploração e explicação, o cenário para investigação passa a constituir um novo ambiente de aprendizagem. No cenário para investigação, os alunos são responsáveis pelo processo. (SKOVSMOSE, 2000, p. 6, grifos meus).

Entretanto, ainda que a ideia dos *cenários para investigação* estar diretamente ligada à intenção do autor de buscar uma *educação matemática crítica*<sup>8</sup>, o que não configura necessariamente um objetivo da modelagem matemática, a sua menção aqui se faz importante, uma vez que nos leva a entender a atuação docente em uma atividade investigativa. E é justamente a atuação do professor durante atividades investigativas, mais especificamente a intervenção em atividades de modelagem, o foco do trabalho da pesquisa aqui apresentada.

<sup>6</sup> No original, “the activity has to be a problem (not an exercise) for the students and has to be extracted from the everyday or other sciences that are not pure mathematics”.

<sup>7</sup> Importante deixar claro que atuação e intervenção são conceitos diferentes. A intervenção pode ser entendida como uma das marcas da atuação de um professor. Mais detalhes sobre intervenção serão discutidos no capítulo 2 desta dissertação.

<sup>8</sup> A educação matemática crítica é um movimento que se preocupa com aspectos políticos da educação matemática. Basicamente, esse movimento pretende discutir aspectos ligados à ideia de poder e de democracia e como a matemática está presente nisso. (SKOVSMOSE, 2001).



Importante é ainda ressaltar que o professor que experiencia esse movimento de saída de uma prática mais tradicional de ensino rumo a uma prática mais investigativa pode enfrentar algumas tensões (OLIVEIRA, 2010). Assim, esse deslocamento pode representar uma entrada no que Penteado (2001) chama de *zona de risco*. A autora utiliza esse termo para apresentar situações que professores enfrentam durante suas aulas e que podem envolver incertezas, imprevisibilidade, perda de controle, entre outros. E o desenvolvimento de atividades de modelagem pode levar a algumas dessas situações.

Como ficará mais claro posteriormente, meu interesse nesta pesquisa, todavia, é a prática de um professor que já tenha experienciado esse movimento para uma prática menos tradicional, isto é, um docente que tenha o costume de utilizar a modelagem em suas práticas de sala de aula e que já passou a atuar em sua zona de risco.

Diante do exposto até aqui, uma discussão mais expressiva sobre o modo como os educadores intervêm nas atividades de modelagem tem sua importância, já que, durante uma prática de modelagem, a atuação do professor pode ser imprevisível.

Ainda sobre a relevância da pergunta de pesquisa, trabalhos acerca da intervenção de professores, de maneira geral, e as suas intervenções em projetos de modelagem não são muito comuns na literatura. Nesse sentido, Leiß (2005) destaca que

esta falta de conhecimento sobre diagnóstico e intervenções [de professores] adequadas pode ser encontrada em todo o mundo. Apenas ocasionalmente, e frequentemente de forma muito generalizada, existem alguns artigos científicos sobre a classificação e os efeitos das intervenções dos professores durante as atividades em sala de aula e, muitas vezes, eles se diferem em termos e pressupostos teóricos [...]. (p. 76, tradução minha).<sup>9</sup>

Mesmo se tratando de um texto de 2005, as pesquisas sobre intervenção docente em modelagem matemática ainda são em pouco número. Nesse sentido, no capítulo 2 desta dissertação, disserto sobre o quadro atual dos estudos sobre intervenção apresentando alguns trabalhos da área de modelagem matemática.

A partir da apresentação inicial feita e das ideias discutidas nesta introdução, formulo o objetivo geral dessa pesquisa da seguinte maneira: **compreender como ocorre o processo de intervenção de um professor em atividades de modelagem matemática**. No intuito de alcançar o objetivo geral, os objetivos específicos são enunciados a seguir:

---

<sup>9</sup> No original, “this lack of knowledge about diagnosis and appropriate interventions can be found worldwide. Only occasionally, and often on a general level, are there scientific papers about classification and effects of teacher interventions during classwork and often they differ both in terms and theoretical ideas [...]”

- Identificar quais momentos da atuação de um professor podem ser compreendidos como uma intervenção durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem na educação matemática.
- Descrever de que maneira a intervenção de um professor acontece durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem na educação matemática.
- Caracterizar a intervenção de um professor a partir de sua atuação durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem na educação matemática.

Cada um dos objetivos específicos acima descritos foi elaborado com o intuito de colaborar na busca por uma resposta para a pergunta diretriz desta pesquisa: como ocorre o processo de intervenção de um professor em atividades de modelagem matemática? Para tanto, a dissertação aqui apresentada está estruturada, a partir dessa apresentação inicial, em quatro capítulos e uma seção conclusiva de considerações finais.

No **CAPÍTULO 1**, intitulado **modelagem matemática: histórico, perspectivas e elementos do desenvolvimento de uma atividade**, apresento um breve histórico da modelagem em âmbito nacional e internacional, destacando suas origens, seus objetivos e sua constituição como campo de pesquisa. Explico ainda as diferentes concepções e perspectivas envolvidas durante a aplicação de atividades desse teor e mostro como a comunidade de pesquisadores tem entendido a constituição de um ambiente de aprendizagem (SKOVSMOSE, 2000) de modelagem.

No **CAPÍTULO 2**, intitulado **alguns entendimentos sobre a intervenção dos professores em atividades de modelagem**, apresento uma revisão da literatura, destacando algumas compreensões sobre a intervenção de professores e sobre o modo como ela vem sendo trabalhada na literatura de modelagem matemática.

No **CAPÍTULO 3**, intitulado **aspectos metodológicos da pesquisa**, apresento e justifico as escolhas metodológicas que foram utilizadas para a realização desta pesquisa. Descrevo também o contexto em que os dados foram coletados e produzidos.

No **CAPÍTULO 4**, intitulado **o desenvolvimento do ambiente de modelagem: uma análise a partir das intervenções do professor**, descrevo e analiso os dados coletados e produzidos durante a pesquisa de campo a partir das etapas de desenvolvimento da atividade de modelagem, a saber: a escolha do tema, a formulação do problema ou objetivo e a matematização. Apresento ainda, no final, uma compreensão geral das intervenções do professor nas atividades dos estudantes.

Por fim, nas **CONSIDERAÇÕES FINAIS**, destaco as contribuições deste trabalho para o campo de pesquisa da modelagem matemática na educação matemática.



– CAPÍTULO I –

**MODELAGEM MATEMÁTICA: HISTÓRICO,  
PERSPECTIVAS E ELEMENTOS DO  
DESENVOLVIMENTO DE UMA ATIVIDADE**

“O que eu quero fazer aqui nesse primeiro momento é despertar o interesse de vocês para o tema que vocês quiserem. [...] O trabalho, ele vai ter algumas partes que eu vou ir explicando ao longo dele, mas a síntese geral do trabalho é que vocês vão fazer uma associação do uso da matemática na vida de vocês – ou na vida em sociedade – e relacionar a matemática com contextos que vocês bem entenderem.

[...]

Vocês vão ver que não é assim: ah, elaborar um problema igual aquele do livro didático com respostinha tal e uma fórmula... é interpretar, é argumentar...”

Este capítulo, composto de três seções, destina-se à discussão sobre a modelagem matemática enquanto um campo de pesquisa e, principalmente, uma tendência da educação matemática. Assim, na primeira seção deste capítulo, apresento um breve histórico da modelagem matemática em âmbito nacional e internacional, destacando suas origens, objetivos e constituição como campo de pesquisa. Em seguida, explico as diferentes concepções e perspectivas envolvidas durante a realização de atividades desta natureza. Por fim, mostro como a comunidade de pesquisadores tem entendido a constituição de um ambiente de aprendizagem (SKOVSMOSE, 2000) de modelagem.

**1.1. UM BREVE HISTÓRICO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA MODELAGEM  
MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO BRASIL**

A modelagem matemática é uma tendência da educação matemática que surgiu por volta dos anos 50 como uma prática de ensino alternativa à prática tradicional da época. O seu surgimento, mundialmente falando, esteve ligado à dificuldade que os alunos tinham em resolver problemas cotidianos utilizando a matemática da forma como ela era ensinada em sala de aula. Entretanto, foi somente na década de 1970 que a modelagem, como a conhecemos atualmente, ganhou força no mundo. Com a necessidade de se formar alunos capazes de aplicar matemática em problemas com referência na realidade de modo a atender um currículo de ensino que cobrava dos professores o ensino de tal habilidade, países como Reino Unido, Austrália, Áustria, Dinamarca, Alemanha e Holanda começaram a difundir as práticas de modelagem em suas salas de aula e, conseqüentemente, a influenciar o restante do mundo (NISS; BLUM; GALBRAITH, 2007).

No Brasil, a modelagem vem ganhando força desde a década de 1980, acompanhando o desenvolvimento dessa tendência de ensino no mundo. Segundo Biembengut (2009), o Brasil sofreu grande influência na prática da modelagem a partir de representantes brasileiros que faziam parte da comunidade internacional de Educação Matemática. Para a autora, a consolidação da modelagem na Educação Matemática brasileira passa por nomes, tais como:

Aristides C. Barreto, Ubiratan D' Ambrosio, Rodney C. Bassanezi, João Frederico Mayer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani, que iniciaram um movimento pela modelagem no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, conquistando adeptos por todo o Brasil. Graças a esses precursores, discussões desde como se faz um modelo matemático e como se ensina matemática ao mesmo tempo permitiram emergir a linha de pesquisa de modelagem matemática no ensino brasileiro. (BIEMBENGUT, 2009. p. 8).

Nos últimos anos, é possível dizer que o progresso da modelagem no Brasil esteve associado a três fatores: (i) pesquisas de mestrado e doutorado desenvolvidas acerca do assunto; (ii) surgimento de grupos de pesquisa que se dedicam à modelagem; e (iii) práticas de professores em sala de aula (BIEMBENGUT, 2009). Nesse mesmo seguimento, é impossível falar do crescimento da modelagem no Brasil sem citar o surgimento e a consolidação da Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), evento realizado bianualmente que congrega professores de todos os níveis de ensino, pesquisadores e estudantes que pesquisam sobre e/ou praticam a Modelagem na perspectiva da Educação Matemática, visando aprofundar os debates e divulgar a Modelagem em âmbito nacional (SBEM, 2019).

Na primeira CNMEM, realizada em 1999, na UNESP de Rio Claro, foram apresentados 15 trabalhos. Na última edição, a décima primeira, realizada na UFMG, em Belo Horizonte/MG, em 2019, a conferência contou com 93 trabalhos apresentados – entre

comunicações científicas e relatos de experiências. A CNMEM é o evento sobre modelagem mais importante do país e representa bem a fortalecimento desta área como um campo de pesquisa dentro da Educação Matemática.

Outro marco importante do histórico da modelagem matemática enquanto campo de pesquisa no Brasil é a criação do Grupo de Trabalho (GT) na Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) em 2001 com o objetivo de fomentar o debate e a colaboração de pesquisadores brasileiros que se dedicam às pesquisas sobre modelagem matemática.

Voltando o foco para a origem da modelagem, tanto no Brasil, como em outros países, essa prática tem boa parte de sua gênese nas ideias da matemática aplicada (BASSANEZI, 2002; BURAK, 2016). Segundo Burak (2016), é possível perceber uma evolução (ou desenvolvimento) do modo como se compreende a prática da modelagem no Brasil. Assim, o autor destaca que, inicialmente, as concepções de modelagem estavam ligadas ao desenvolvimento de atividades que tornassem o ensino de matemática mais significativo e dinâmico;

a intenção não era apenas tratar da Matemática como uma ciência, mas desenvolvê-la como um processo capaz de ajudar os educandos a construir o conhecimento matemático, valendo-se do interesse que o assunto poderia despertar, tornando-os autônomos, capazes de pensar e construir estratégias próprias para resolverem as situações. (BURAK, 2016, p. 20).

Entender esse embrião da modelagem como prática educativa é importante para compreender os objetivos e as concepções que a modelagem apresenta na educação e na matemática aplicada. De modo geral, em ambas as áreas, a modelagem permite encontrar soluções para um problema da realidade utilizando-se de ferramentas matemáticas, porém as semelhanças terminam nesse ponto.

Almeida e Brito (2005), por exemplo, destacam a diferença apresentada no produto final dessa prática. Para os autores, modeladores matemáticos profissionais têm o seu foco no modelo, o que significa que o mais importante é realizar uma modelagem matemática para se encontrar uma representação matemática que ajude a resolver determinado problema da realidade. Por outro lado, na educação matemática, a lógica é outra: o importante é o processo no qual alunos e professores percorrem durante todo o desenvolvimento da atividade, fazendo com o que o modelo final não seja o foco da tarefa. Assim, para Bassanezi (2002),

[...] o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem-sucedido, mas caminhar seguindo etapas em que o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado [...]. Mais importante do que os modelos obtidos são o processo utilizado, a análise crítica e sua inserção no contexto

sócio-cultural. O fenômeno modelado deve servir de pano de fundo ou motivação para o aprendizado das técnicas e conteúdos da própria matemática. (p. 38).

Atualmente, a modelagem matemática na educação matemática, apesar de possuir uma compreensão geral, apresenta diversas perspectivas, de modo que o debate sobre as intenções e objetivos dos professores durante a realização dessas atividades é intenso na comunidade (ARAÚJO, 2012). Nessa direção, na próxima seção deste capítulo, discuto sobre as diferentes perspectivas acerca da modelagem na educação matemática.

## **1.2. AS PERSPECTIVAS DA MODELAGEM MATEMÁTICA: EM QUAL DELAS ESTA PESQUISA SE LOCALIZA?**

A modelagem matemática como conhecemos hoje sofreu diversas transformações ao longo do tempo. Desde sua origem, por volta dos anos 50, até aos dias atuais, a modelagem evoluiu enquanto prática educacional e campo de pesquisa (BURAK, 2016). Desse modo, é natural que existam alguns modos de entendê-la e diferentes objetivos presentes nas ações dos professores ao escolher uma atividade de modelagem para desenvolver em sua sala de aula, por exemplo. Alguns pesquisadores, nessa lógica, se empenharam (e empenham) em discutir esses variados modos de se compreender a modelagem.

Em 2006, os pesquisadores Kaiser e Sriraman, em um estudo sobre as diferentes maneiras de se compreender e praticar modelagem, propõem cinco diferentes perspectivas de modelagem na educação matemática. Inicialmente, os autores destacam como essa busca por categorizar as atividades de modelagem se iniciou. Em 1986, Kaiser-Messmer, em outro trabalho, apresentou 2 perspectivas, a *científica-humanística* e a *pragmática*<sup>10</sup>. Segundo Kaiser e Sriraman (2006), o que diferenciava as duas perspectivas era o objetivo do professor ao desenvolver atividades de modelagem com seus alunos. A científica-humanística tinha por intenção realizar a modelagem para a discussão de conteúdos matemáticos e a pragmática, por sua vez, focava na modelagem como aplicação de conteúdos matemáticos em situações não matemáticas.

Ainda no estudo de 2006, os autores propõem uma revisão da classificação, fazendo com que cada uma das perspectivas iniciais se subdivida em outras duas. Desse modo, Kaiser

---

<sup>10</sup> No original, *scientific-humanistic* e *pragmatic*.



e Sriraman (2006) sugerem as perspectivas *educacional* e *contextual*, como subdivisões da científica-humanística, e as *realística* e *epistemológica*<sup>11</sup>, como subdivisões da perspectiva pragmática. Além disso, a partir da diversificação dos trabalhos analisados, os autores acrescentam uma quinta perspectiva conhecida como *sociocrítica* e uma metaperspectiva, a *cognitiva*. Em seguida, discuto com mais detalhes as preocupações de cada uma dessas perspectivas, bem como seus objetivos.

### 1.2.1. As perspectivas educacional e contextual

Advindas da perspectiva científica-humanística de Kaiser-Messmer (1986), as perspectivas educacional e contextual assemelham-se na sua busca por desenvolver a modelagem com objetivos voltados para a sala de aula de matemática. Ambas ainda guardam consigo a ideia original de que a prática da modelagem estava atrelada à discussão dos conteúdos matemáticos. Essa nova reclassificação, de acordo com Kaiser e Sriraman (2006), se faz necessária diante da evolução das ideias de modelagem.

Assim, a perspectiva educacional tem por objetivo a estruturação dos processos de aprendizagem da matemática e a introdução e o desenvolvimento de conceitos. Por sua vez, a perspectiva contextual está relacionada com o contexto em que esses conceitos matemáticos estão sendo trabalhados. Basicamente, nessa perspectiva, o professor está mais preocupado em fazer modelagem para justificar o ensino de determinado conteúdo da matemática por meio de situação não-matemáticas. Vemos, portanto, uma relação muito grande entre o fazer modelagem e o ensinar matemática no contexto da sala de aula.

### 1.2.2. As perspectivas realística e epistemológica

Com origem na perspectiva pragmática de Kaiser-Messmer (1986), as perspectivas realística e epistemológica aproximam-se na preocupação em realizar atividades de modelagem com objetivos voltados para além da sala de aula de matemática. De modo geral, as duas perspectivas ainda possuem como característica a uso da modelagem como ferramenta para o desenvolvimento científico; e, assim como na fragmentação anterior, essa reclassificação, de acordo com os autores, se justifica a partir da evolução observada na modelagem matemática enquanto campo de pesquisa.

---

<sup>11</sup> No original, *educational*, *contextual*, *realistic* e *epistemological*.

Nessa lógica, a perspectiva realística tem por objetivo utilizar a modelagem para abordar situações ou resolver problemas da realidade com alunos que estão se formando para ser um profissional de áreas que utilizem a matemática como ferramenta de trabalho. É comum, nesse sentido, encontrar atividades de modelagem desse teor em cursos técnicos ou de formação de profissionais como engenheiros, químicos, físicos, entre outros. A epistemológica, por outro lado, utiliza a modelagem como desenvolvimento da matemática e modelagem enquanto ciências. É a criação da teoria matemática e da modelagem, mas a partir da demanda de problemas da realidade.

### 1.2.3. A perspectiva sociocrítica

Diferentemente das anteriores, a perspectiva sociocrítica é proposta a partir da análise de trabalhos desenvolvidos, principalmente, por pesquisadores brasileiros (BARBOSA, 2001; ARAÚJO, 2009) e a proximidade existente entre essa perspectiva e o programa etnomatemática<sup>12</sup> (D'AMBRÓSIO, 2005). Em geral, na modelagem na perspectiva sociocrítica, se

ênfatisa o papel da matemática na sociedade e reivindica a necessidade de encorajar o pensamento crítico sobre o papel da matemática na sociedade, sobre o papel e a natureza de modelos matemáticos e sobre a função da modelagem matemática na sociedade<sup>13</sup>. (KAISER; SRIRAMAN, 2006, p. 306, tradução minha).

Assim, o desenvolvimento de atividades de modelagem na perspectiva sociocrítica tem preocupações voltadas para a matemática e seu uso em sociedade e muito dessa veia crítica e social tem relação direta com a Educação Matemática Crítica (EMC), proposta por Skovsmose (1994). Para esse autor, o desenvolvimento de projetos de modelagem que se orientam na EMC deve promover nos alunos um espírito de crítica ao uso da matemática em sociedade, fomentando a discussão de questões de cunho político, ambiental, econômico entre outros. Nesse sentido, a atividade de modelagem, nesta perspectiva, não se preocupa somente com a discussão de conceitos da matemática ou o desenvolvimento de habilidades matemáticas em contextos não-matemáticos, por exemplo.

---

<sup>12</sup> Como não é o objetivo deste trabalho, não me debruçarei com muito detalhe sobre discussões teóricas acerca do programa etnomatemática, porém, para efeitos didáticos, D'Ambrósio (2005) entende a etnomatemática como um programa de pesquisa voltado para entender o desenvolvimento das matemáticas presentes em diversas culturas.

<sup>13</sup> No original, "emphasises the role of mathematics in society and claims the necessity to support critical thinking about the role of mathematics in society, about the role of and nature of mathematical models and the function of mathematical modelling in society." (KAISER; SRIRAMAN, 2006, p. 306).

#### 1.2.4. A metaperspectiva cognitiva

Por fim, Kaiser e Sriraman (2006) propõem a classificação de uma metaperspectiva, a cognitiva. Em linhas gerais, o objetivo aqui está relacionado ao olhar de pesquisadores e professores sobre como se desenvolve o pensamento dos alunos quando fazem/participam de atividades de modelagem matemática.

De acordo com o Kaiser e Sriraman (2006), são dois os principais objetivos nesta metaperspectiva: o objetivo de pesquisa – no qual o pesquisador procura analisar os processos cognitivos que acontecem durante o desenvolvimento da modelagem e tecer compreensões acerca desses processos – e o objetivo psicológico – que, a partir do uso de modelos mentais, imagens concretas ou do realce da modelagem como um processo mental, objetiva promover os processos do pensamento matemático.

#### 1.2.5. A influência das perspectivas nesta pesquisa

A partir do exposto até aqui, é possível condensar a discussão sobre as perspectivas no Quadro 1, abaixo:

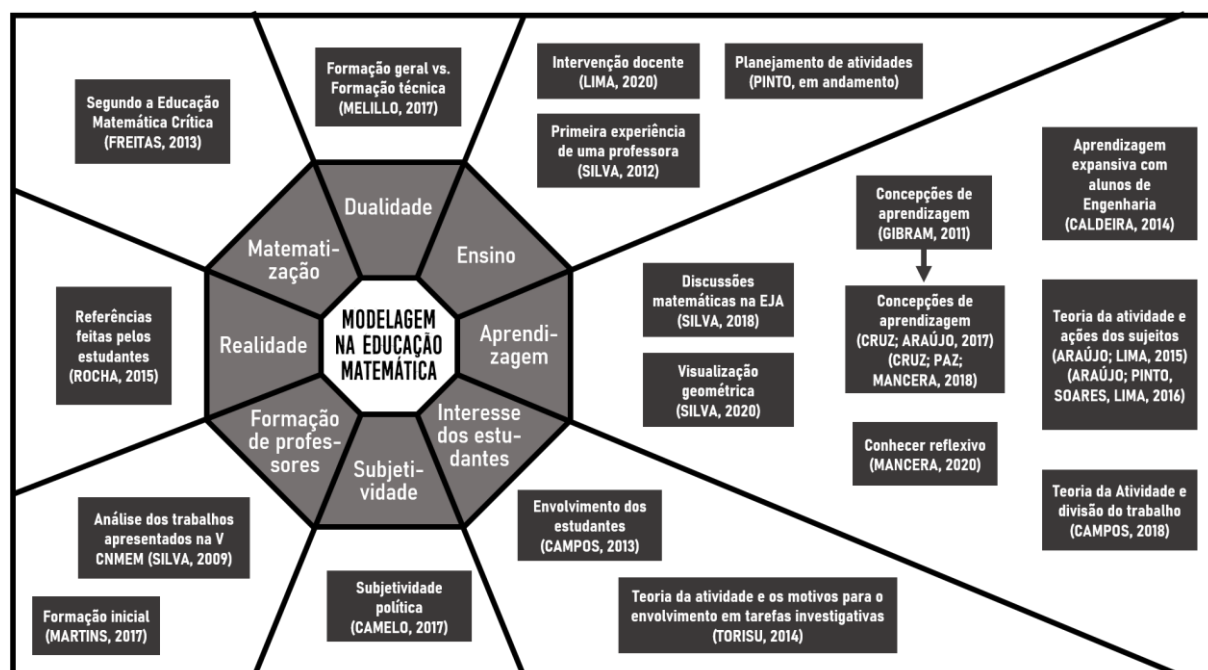
**Quadro 1** - Perspectivas da modelagem matemática na educação matemática

<b>Perspectiva</b>	<b>Objetivo</b>
Realística	Utilizar a modelagem para aplicar a matemática em outras áreas do conhecimento.
Epistemológica	Utilizar a modelagem para promover o desenvolvimento da própria matemática
Educacional	Utilizar a modelagem para ensinar conteúdos matemáticos escolares
Contextual	Utilizar a modelagem para contextualizar conteúdos matemáticos escolares.
Sociocrítica	Utilizar a modelagem para refletir sobre o seu uso e o uso de modelos na sociedade
Cognitiva (metaperspectiva)	Analisar como se desenvolve o pensamento dos alunos ao desenvolverem atividades de modelagem matemática

Fonte: Kaiser e Sriraman (2006, p. 304, adaptado).

Como pesquisador da área de modelagem na educação matemática e por fazer parte de um grupo de pesquisadores (MELILLO, 2017; ROCHA, 2015; CAMPOS, 2013; ARAÚJO, 2009, entre outros) que têm como referencial teórico a educação matemática crítica (SKOVSMOSE, 2001), identifique-me e pratique, durante as minhas aulas de matemática, atividades de modelagem na perspectiva sociocrítica (ARAÚJO, 2009). Nesse momento, é importante ressaltar que todo o trabalho apresentado nesta dissertação – desde as escolhas de referenciais às opções metodológicas – tem forte influência desse grupo de pesquisadores, pois foi com esse mesmo grupo que me formei pesquisador. A fim de melhor localizar a minha formação (e o tema desta dissertação), a figura 2, a seguir, apresenta de maneira sucinta os trabalhos que foram (e estão sendo) desenvolvidos por esse grupo de pesquisadores<sup>14</sup>.

**Figura 2** – Trabalhos desenvolvidos (ou em desenvolvimento) pelo grupo de pesquisa coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jussara Araújo



Fonte: Mancera (2020, adaptado).<sup>15</sup>

<sup>14</sup> O trabalho desenvolvido por Torisu, em 2014, não tem como contexto uma prática de modelagem matemática, e sim uma prática de investigação matemática. Entretanto seu trabalho compõe esse grande grupo de pesquisas desenvolvidas que se entrelaçam em seus objetos.

<sup>15</sup> Os anos destacados nos trabalhos da figura 2 levam em consideração a data da defesa desta dissertação, dia 27/03/2020. Por esse motivo, o estudo desenvolvido por Pinto aparece com a expressão “em andamento” no lugar do ano, já que a dissertação desenvolvida pela autora ainda não havia sido defendida até a data em questão. Para visualizar a imagem ampliada, ver apêndice A ao final desta dissertação.

Vale frisar, contudo, que, apesar de as minhas concepções sobre modelagem estarem contaminadas – no melhor sentido da palavra – pelas minhas experiências e formação enquanto membro de um grupo de pesquisa, o que está em análise nesta dissertação não é a minha prática e a minha atuação e sim a prática de outro professor. Sendo assim, compreender mais sobre a prática e perspectiva de trabalho desse sujeito é mais importante do que evidenciar minhas próprias concepções sobre modelagem, mas elas não deixam de me influenciar, inclusive durante a análise da prática de um outro professor.

### **1.3. ENTENDIMENTOS ACERCA DO DESENVOLVIMENTO DE UMA ATIVIDADE DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

Além das diferentes perspectivas, existem diferentes concepções de modelagem no campo da educação matemática (KLÜBER; BURAK, 2008). Burak (1987), por exemplo, aponta a modelagem como uma série de procedimentos que objetiva compreender, matematicamente, problemas cotidianos. Borba, Meneghetti e Hermini (1997), por sua vez, veem a modelagem como uma estratégia pedagógica para o ensino de matemática na qual os alunos, reunidos em grupos, são responsáveis pela escolha do problema a ser investigado. Barbosa (2001) defende a modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem (SKOVSMOSE, 2000) no qual os alunos são convidados a investigar problemas da realidade por meio da matemática. Araújo (2002) defende a modelagem matemática como uma abordagem para resolver problemas não-matemáticos da realidade de modo que a educação matemática crítica (SKOVSMOSE, 2001) embase as discussões do grupo de alunos. Por outro lado, Biembengut e Hein (2005) apontam a modelagem como um processo que abrange a construção de um modelo matemático. Por fim, mas sem esgotar todas as concepções presentes na literatura, Caldeira (2009) compreende a modelagem para além de um método de ensino, defendendo seu uso como uma proposta para educar matematicamente. Enquanto pesquisador e autor desse trabalho, assumirei, em correspondência com as ideias de Barbosa (2001), que a modelagem matemática é “um ambiente de aprendizagem<sup>16</sup> no qual os alunos são convidados

---

<sup>16</sup> Segundo Barbosa (2004), tais ambientes de aprendizagem estão associados à problematização e à investigação. O autor acrescenta que a problematização está mais relacionada com a criação de perguntas e questionamentos, e a investigação, por sua vez, está relacionada com a seleção e a organização das informações assim como com a reflexão que sobre elas é feita.

a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade” (BARBOSA, 2004, p. 76).

Mas qual seria a diferença entre perspectivas e concepções dentro do campo da modelagem? Como pesquisador da área vejo que as perspectivas, como já exposto nesse trabalho, estão relacionadas diretamente com os objetivos (ocultos ou não) por trás do ‘fazer modelagem’. As perspectivas são frutos de um estudo sistematizado (meta-análise), que levou a uma classificação aceita coletivamente, sendo o objetivo de realizar determinada atividade de modelagem um dos critérios utilizados para a classificação da atividade em uma perspectiva. Por sua vez, as concepções têm um caráter mais subjetivo e nem sempre explícito. Acredito que as concepções estejam mais atreladas ao modo como cada sujeito entende a modelagem. Ou seja, a modelagem, mesmo assumindo uma compreensão mais geral, pode se diferenciar em diversos aspectos dependendo do modo como um sujeito vê essa prática.

Na mesma toada da diversidade de concepções e perspectivas, alguns autores focam seus estudos na compreensão dos modos como uma atividade de modelagem é conduzida (BASSANEZI, 2002; BORROMEO FERRI, 2006; BLUM; LEIß, 2007; ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012). Assim, na sequência desta seção, destaco alguns trabalhos que se dedicam a descrever a organização de uma atividade de modelagem e, de maneira criteriosa, explico com mais detalhes alguns dos momentos presentes no desenvolvimento de atividades de modelagem matemática que possuem relevância para esta pesquisa.

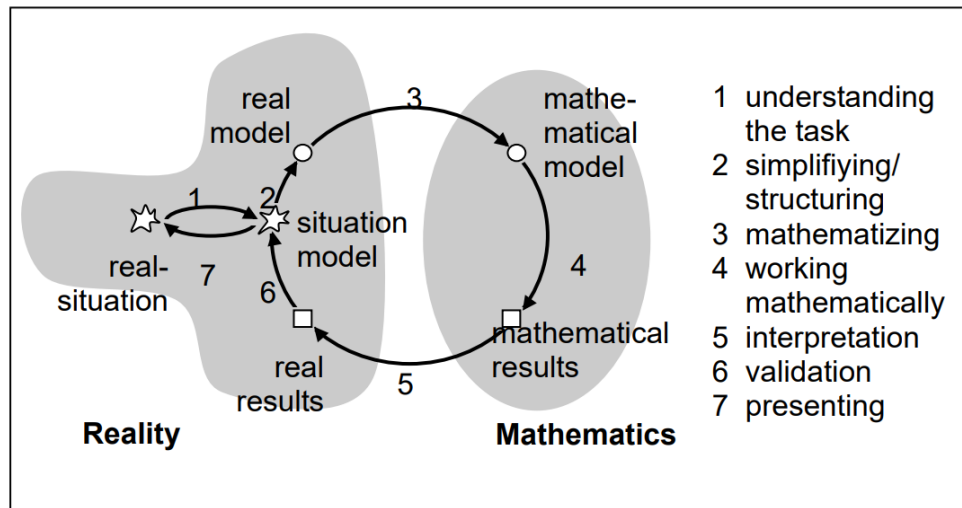
### **1.3.1. Os esquemas de modelagem e a sua atual relevância nas discussões sobre o desenvolvimento de uma atividade**

Dado que o desenvolvimento da atividade de modelagem é um ponto de relevância para a discussão da literatura da área, alguns autores sugerem alguns esquemas que buscam descrever passos de como uma atividade de modelagem pode acontecer. Na literatura, estes esquemas são chamados de *etapas da modelagem* (BASSANEZI, 2002), *ciclos de modelagem* (BORROMEO FERRI, 2006) ou *fases da modelagem* (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012). Em resumo, esses ciclos ou fases são compostos pelos principais passos que um aluno pode seguir para a realização de uma atividade de modelagem matemática.

Um desses esquemas pode ser encontrando em Borromeo Ferri (2006). A autora apresenta a atividade de modelagem como uma relação entre dois grandes domínios: a realidade, onde a situação problema se encontra, e a matemática, onde o modelo matemático se situa. A figura 3, abaixo, apresenta um ciclo de modelagem composto por 7 passos: (i)

compreensão da tarefa, (ii) simplificação, (iii) matematização, (iv) trabalho matemático, (v) interpretação, (vi) validação e (vii) apresentação. De acordo com esquema proposto por Borromeo Ferri (2006), a matematização da situação da realidade e a interpretação do modelo construído são etapas que conectam esses dois domínios.

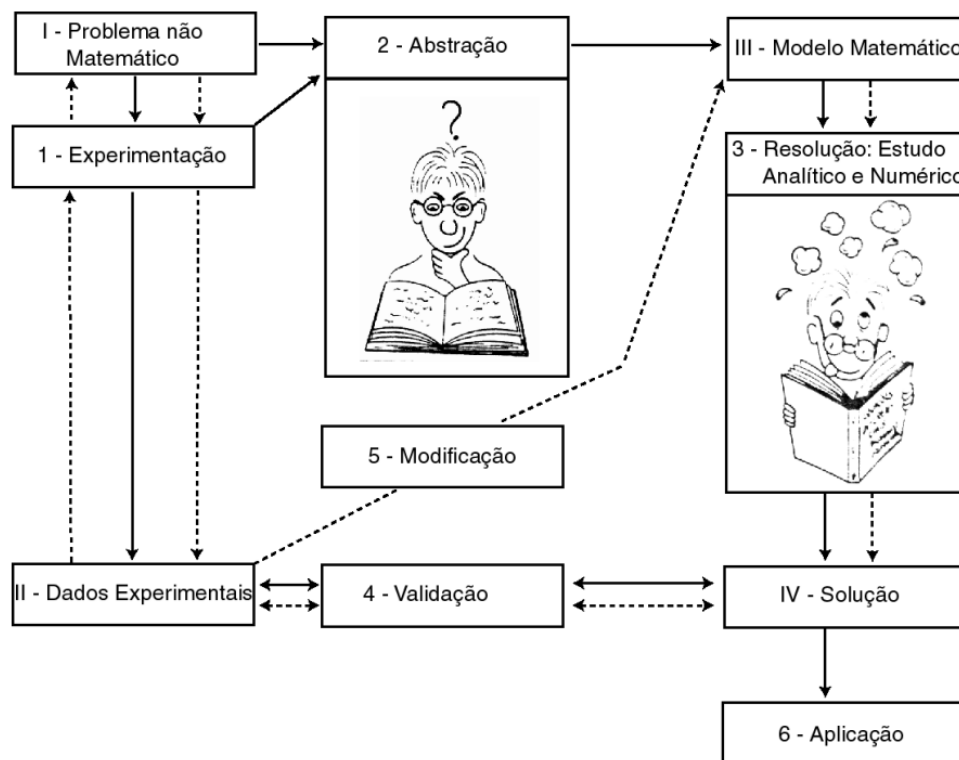
**Figura 3** – Ciclo de modelagem proposto por Borromeo Ferri.



Fonte: Borromeo Ferri (2006, p. 87).

Na literatura nacional, podemos destacar o esquema proposto por Bassanezi (2002). Para o autor, a atividade de modelagem se desenvolve a partir de algumas etapas, como pode ser visto na figura 4. De acordo com o esquema proposto pelo autor, os estudantes partem de um problema não-matemático (I) e realizam a *experimentação*, que é uma tarefa laboratorial na qual os alunos efetuam a obtenção de dados. Nesta etapa, “a contribuição de um matemático, muitas vezes, pode ser fundamental e direcionar a pesquisa no sentido de facilitar, posteriormente, o cálculo dos parâmetros envolvidos nos modelos matemáticos” (BASSANEZI, 2002, p. 27). Seguindo, a próxima etapa é a da *abstração* que é procedimento que leva os alunos à formulação dos modelos matemáticos. Aqui, os estudantes devem realizar a *seleção de variáveis, problematização ou formulação dos problemas teóricos, formulação de hipóteses e simplificação*. A terceira etapa é a *resolução*, na qual os alunos obtêm o modelo matemático, substituindo a linguagem natural das hipóteses formuladas por uma linguagem matemática coerente. A etapa 4, *validação*, é a parte do desenvolvimento onde os alunos verificam se o modelo, como proposto por eles, é válido ou não para a solução do problema formulado anteriormente. Por fim, na etapa 5, a *modificação*, o modelo matemático é aprimorado a partir da não validação de algum aspecto verificado na etapa anterior.

**Figura 4** – Esquema de modelagem proposto por Bassanezi

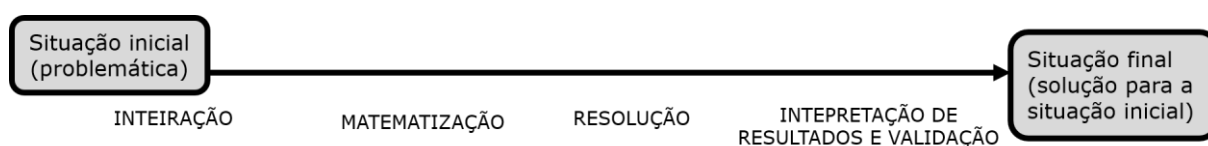


Fonte: Bassanezi (2002, p. 27).

Bassanezi (2002) ainda destaca que as “setas contínuas indicam a primeira aproximação. A busca de um modelo matemático que melhor descreva o problema estudado torna o processo dinâmico, indicado pelas setas pontilhadas” (p. 27).

Ainda em âmbito nacional, Almeida, Silva e Vertuan (2012) apresentam o que eles chamam de fases da modelagem, destacadas na figura 5. O esquema proposto por eles parte, assim como os outros, de uma situação inicial (ou problemática) e chega em uma situação final (ou solução para a situação inicial). As fases presentes no esquema de Almeida, Silva e Vertuan (2012) são: (i) inteiração; (ii) matematização; (iii) resolução; e (iv) interpretação de resultados e validação.

**Figura 5** – Fases da modelagem.



Fonte: Almeida, Silva e Vertuan (2012).



Almeida, Silva e Vertuan (2012), ao sugerir um processo de “familiarização dos alunos” com a prática de modelagem matemática, recomendam o desenvolvimento da atividade de três maneiras distintas, chamadas de *momentos*<sup>17</sup>. Cada *momento* indica uma atividade de modelagem diferente, com uma organização e um desenvolvimento específicos.

Na atividade realizada no primeiro *momento*, o professor apresenta uma proposta de tema para estudo aos alunos. Sobre esse tema, o docente também indica um problema para que os alunos possam abordar por meio da matemática. Os dados e demais informações referentes ao problema também são fornecidas pelo professor, cabendo aos alunos uma análise dos dados apresentados e a construção de um modelo matemático que procure viabilizar uma solução para o problema proposto pelo professor.

Em um segundo *momento*, a atividade de modelagem também é desenvolvida a partir das escolhas de um tema e de um problema a ser investigado feitas pelo professor. Aos alunos fica a responsabilidade de fazer a coleta e seleção dos dados e analisar as informações necessárias para a construção de um modelo matemático.

Finalmente, na atividade realizada no terceiro *momento*, o professor oferece aos alunos um espaço para a realização da atividade de modelagem, de modo que, organizados em grupos, os alunos, sob orientação do professor, devem escolher um tema, formular um problema, coletar e selecionar os dados, analisar as informações relevantes e construir um modelo matemático com o intuito de solucionar o problema previamente formulado. Nesse *momento*, a atividade é realizada, desde o momento da escolha do tema, pelos alunos com o auxílio do professor.

Para os autores,

esse encaminhamento para a introdução de atividades de Modelagem Matemática em salas de aula com alunos não familiarizados com esse tipo de atividade, embora não seja uma prescrição rigorosa, tem se mostrado adequado em inúmeras experiências realizadas. A principal argumentação subjacente a essa introdução “gradativa” de atividades de modelagem reside na possibilidade que o aluno tem de desenvolver a “habilidade de fazer modelagem”. (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 27, grifos dos autores).

É preciso, entretanto, fazer uma ressalva a respeito dos esquemas apresentados. Mesmo se constituindo de uma ferramenta importante na realização de atividades de modelagem, por indicar caminhos para o seu desenvolvimento, os esquemas podem dar a falsa impressão de que

---

<sup>17</sup> Todos os pontos desta dissertação onde a palavra *momento* for utilizada no sentido definido por Almeida, Silva e Vertuan (2012) a palavra aparecerá destacada em itálico, fazendo referência ao termo calçado pelos autores. Nos demais, entende-se momento com o significado comum da palavra.

o aluno deve seguir todos os passos para que um projeto investigativo desta natureza seja considerado interessante na visão do professor. Nesse sentido, Barbosa (2004) afirma que “os esquemas explicativos, trazidos da Matemática Aplicada, soam como passos prescritivos sobre a atividade dos alunos, os quais são avaliados em termos do que falta para chegarem ao uso ‘adequado’ deles.” (p. 2, grifo no original). É possível dizer, então, concordando com Borromeo Ferri (2007), que os alunos possuem suas próprias "rotas de modelagem".

Qual a necessidade, então, de se discutir esses esquemas de modelagem, já que os alunos possuem seus próprios modos de desenvolver uma atividade de modelagem? De fato, tais esquemas podem representar a atividade de modelagem como uma sequência de passos pré-determinados, algo que raramente acontece durante a realização de uma tarefa desse tipo. Existem, porém, alguns momentos presentes nesses esquemas que podem ser úteis em uma análise geral da atividade e da intervenção do professor, objeto desta pesquisa. Assim, não pretendo utilizar os esquemas como uma forma de prever ou prescrever a atuação dos alunos (ou do professor) durante a atividade de modelagem matemática; ao contrário, objetiva-se utilizar as etapas previstas nos esquemas como base para tentar selecionar e elencar momentos fundamentais do desenvolvimento de uma atividade de modelagem que possam ajudar durante a descrição e análise dos dados desta pesquisa.

Desse mesmo modo, também é possível pensar nos esquemas como um suporte teórico na busca por elementos – observáveis na intervenção de um professor – que podem desestabilizar a estrutura que compõe um esquema de modelagem. Em tempo, Leiß e Wiegand (2005) destacam que

é uma questão aberta se, e em caso afirmativo, até que ponto esses esquemas ou ciclos são apropriados para descrever os processos reais de solução, sem considerar fatores interpessoais (medo, motivação), metódicos (forma social) e interacionais (intervenções do professor) que são relevantes para o real processo de aprendizagem<sup>18</sup>. (p. 240, tradução minha).

Além dos esquemas, alguns autores preferem trabalhar com momentos significativos da execução da atividade de modelagem. Para Burak (2004), uma atividade de modelagem pode ser desenvolvida em 5 etapas: (i) escolha do tema; (ii) pesquisa exploratória; (iii) levantamento dos problemas; (iv) resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema; (v) análise crítica da(s) solução(es). Ainda de acordo com o autor, na

---

<sup>18</sup> No original, “It is an open question if, and if so, how far these models are appropriate for describing real solution processes, without considering interpersonal (fear, motivation), methodical (social form) and interactional (teacher interventions) factors which are relevant for the real learning processes.” (LEIß; WIEGAND, 2005).

modelagem “o conteúdo matemático a ser trabalhado é determinado pelos problemas levantados em decorrência da pesquisa de campo, que se constitui na 2ª etapa, denominada pesquisa exploratória.” (BURAK, 2004, p. 4).

Barbosa (2004), ao fazer uma revisão da literatura dos trabalhos sobre modelagem, apresenta algumas “regiões de possibilidades” (p. 4) para descrever como atividades de modelagem matemática são organizadas; o autor elenca 4 tarefas no processo de modelagem – formulação do problema, simplificação, coleta de dados e solução – e, para cada caso, diz quem é o responsável por cada tarefa, o professor e/ou os alunos. O quadro 2 apresenta os casos de modelagem.

**Quadro 2** – Tarefas no processo de modelagem.

	<b>Caso 1</b>	<b>Caso 2</b>	<b>Caso 3</b>
<b>Formulação do problema</b>	Professor	Professor	Professor/aluno
<b>Simplificação</b>	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
<b>Coleta de dados</b>	Professor	Professor/aluno	Professor/aluno
<b>Solução</b>	Professor/aluno	Professor/aluno	Professor/aluno

Fonte: Barbosa (2004, p. 5).

Barbosa (2004) apresenta quatro tarefas para a realização da atividade de modelagem: formulação do problema, simplificação, coleta de dados e solução<sup>19</sup>. Segundo o autor, a formulação do problema é o momento inicial da atividade de modelagem; nessa etapa ou tarefa, os sujeitos envolvidos devem, em grupos, escolher um tema da realidade para operar com objeto do desenvolvimento da atividade. A simplificação pode ser entendida como o momento da atividade em que os alunos e/ou professor delimitam o problema definido anteriormente. Essa delimitação pode ser feita em forma de pergunta, por exemplo. O terceiro momento, coleta de dados, se refere à parte da atividade na qual os envolvidos se esforçam para encontrar elementos que os ajudem a solucionar o problema já delimitado. Por fim, na solução, espera-se que professor e alunos encontrem de alguma forma não pré-determinada uma maneira de resolver o problema delimitado utilizando os elementos selecionados.

Aprimorando a discussão sobre o desenvolvimento da atividade de modelagem, a diferença mais perceptível entre os casos de modelagem propostos por Barbosa (2004) está na

<sup>19</sup> As etapas propostas por Barbosa (2004) não são prescritivas ou engessadas. A proposta por essa classificação foi feita levando-se em consideração o que a literatura brasileira e internacional apresentava, na época, como desenvolvimento de atividades de modelagem matemática.

atuação do professor e dos alunos durante o processo. Nesse sentido, cada caso apresenta uma maneira de se guiar a atividade. Segundo o autor, no caso 1, o professor é responsável pela formulação do problema, simplificação e coleta de dados qualitativos e quantitativos. Aos alunos se resume a tarefa de investigar. "Aqui, os alunos não precisam sair da sala de aula para coletar novos dados e a atividade não é muito extensa." (BARBOSA, 2004, p. 76).

Já no caso 2, cabe ao professor a tarefa de apresentar a formulação do problema. Aqui, os alunos possuem atividades mais autônomas e o professor tem a tarefa de orientar os grupos de trabalho. No caso 3,

trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas 'não-matemáticos', que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Aqui, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução são tarefas dos alunos. Essa forma é muito visível na tradição brasileira de Modelagem (BARBOSA, 2004, p. 77, grifos do autor).

Importante salientar que a atuação do professor, bem como o nível de participação dos alunos, muda de caso a caso. No caso 1, por exemplo, os alunos atuam somente no momento da solução. Desse modo, as demais etapas são de responsabilidade única do professor. Já no caso 3, os alunos atuam durante toda a atividade, fazendo com que a responsabilidade de todo o desenvolvimento seja compartilhada entre professor e alunos.

A atividade de modelagem desenvolvida para a coleta e produção de dados desta pesquisa, que será detalhada no capítulo 4 desta dissertação, está alinhada com o caso 3 (descrito anteriormente), aquele no qual os alunos estão envolvidos em todos os momentos ou tarefas da atividade. Levando-se em consideração o desenvolvimento desta dissertação, foram elencadas cinco tarefas da realização de uma atividade de modelagem que auxiliarão na descrição e análise dos dados que serão realizados no capítulo 4: escolha do tema, formulação do problema, coleta de dados, matematização e produção do modelo matemático. Assim, na subseção seguinte, apresentarei os entendimentos que serão utilizados durante os próximos capítulos sobre esses momentos do desenvolvimento da modelagem

### **1.3.2. Compreendendo as tarefas em uma atividade de modelagem**

A partir dos esquemas discutidos nesta seção (BORRAMEO FERRI, 2006; BASSANEZI, 2002), das tarefas listadas por Barbosa (2004) e das fases da modelagem de

Almeida, Silva e Vertuan (2012), elenquei<sup>20</sup> cinco momentos do desenvolvimento da atividade de modelagem que auxiliarão na descrição e análise dos dados desta pesquisa: escolha do tema, formulação do problema, coleta de dados, matematização e construção do modelo matemático.

A *escolha do tema*, como o próprio nome expressa, diz respeito ao momento da atividade no qual os personagens envolvidos na atividade elegem um tópico não-matemático com referência na realidade para fazer o papel de objeto do projeto em desenvolvimento (ALMEIDA; VERTUAN, 2011). A escolha do tema pode ser organizada de duas formas diferentes, a depender dos papéis que serão desempenhados pelos envolvidos (BARBOSA, 2009). O primeiro caminho para o desenvolvimento é aquele no qual a escolha do tema parta dos estudantes, contemplando seus interesses e curiosidades próprias. O segundo meio para se organizar a atividade é aquele em que a escolha do tema é feita pelo professor com base no seu desejo e intenções próprias. A atividade que serve de base para a análise dos dados desta pesquisa aconteceu a partir da escolha de tema feita pelos alunos, com o auxílio e orientação do professor.

A *formulação do problema* será compreendida, neste texto, como o momento da atividade no qual os alunos, reunidos em grupos, devem, a partir do tema escolhido, delimitar uma pergunta de pesquisa ou objetivo que lhes guiará durante o desenvolvimento de toda a atividade. Barbosa (2004) e Borromeo Ferri (2006) utilizam o termo simplificação para denominar essa tarefa do processo de modelagem. Porém, na tentativa de alinhar as definições apresentadas neste texto com o desenvolvimento da atividade de modelagem feita para a análise dos dados, utilizarei o termo formulação do problema para me referir a esse momento de estruturação do objetivo formulado a partir do tema escolhido.

A *coleta de dados* diz respeito ao momento da atividade de modelagem no qual as informações relevantes para responder ao problema formulado são obtidas (BARBOSA, 2004). O modo como essa coleta será feita depende das intenções do professor. A atividade de modelagem pode ser organizada de modo que o docente forneça todos os dados necessários para os alunos ou pode ser desenvolvida de modo a permitir que os alunos participem desse processo, com a orientação do professor.

A *matematização* é o momento da atividade no qual os alunos fazem a transição entre dois domínios: a realidade e a matemática (BORROMEIO FERRI, 2006). Em geral, pode-se compreender essa etapa como o momento no qual os alunos se utilizam de ferramentas matemáticas para tentar responder à pergunta de pesquisa elaborada durante a formulação do

---

<sup>20</sup> Maiores justificativas para a escolha destes três momentos se encontram no capítulo 4 desta dissertação.

problema. Durante a matematização, “os objetos, dados, relações, condições e premissas relevantes do domínio extra-matemático são então traduzidos para a matemática, resultando em um modelo matemático para resolver o problema identificado” (NISS *et al.*, 2007, p. 9).

Por fim, a *construção do modelo matemático* é o momento no qual os alunos apresentam a solução final para o problema inicialmente formulado (BASSANEZI, 2002). O modelo matemático pode ser apresentado pelos alunos de diversas formas – um gráfico, uma planilha, uma função, uma equação, uma representação geométrica etc. –, sendo, assim, difícil de se encontrar uma única interpretação para o termo na literatura (KLÜBER; CALDEIRA, 2008). De maneira geral, também é difícil garantir a presença de um modelo matemático em uma atividade de natureza aberta, de modo que os alunos possam desenvolver encaminhamentos que não passem pela construção de um modelo matemático (BARBOSA, 2001).

Os cinco momentos descritos acima serão utilizados como um amparo na descrição e análise dos dados para compreender o processo de intervenção do professor. Assim, no próximo capítulo desta dissertação, apresento alguns entendimentos gerais sobre a atuação de professores com foco na intervenção docente durante atividades de modelagem.

## — CAPÍTULO II —

**A INTERVENÇÃO DOCENTE EM ATIVIDADES DE  
MODELAGEM MATEMÁTICA: A CONSTRUÇÃO DE  
UMA COMPREENSÃO SOBRE O TERMO**

“Os estudantes de um dos grupos estão tentando formular uma pergunta de pesquisa para o projeto de modelagem. Depois de algumas discussões, eles elaboram a seguinte pergunta: “Qual seria a dificuldade de *Gutts* para matar *Griffith*, considerando o esforço?”. Nesse momento, o professor Henrique diz:

— Tem que especificar um pouco melhor: que variáveis? Tempo? Força? Energia?... Além disso, claro, vai ter que ter uma boa explicação sobre o que se trata o assunto, que eu não faço a mínima ideia do que vocês estão falando [risos]. Mas isso não é pra agora, é para o trabalho como um todo.”

Este capítulo, composto por três seções, tem por intuito ampliar a discussão sobre a intervenção docente em atividades de modelagem matemática. Dessa forma, na primeira seção, apresento algumas ideias gerais sobre o termo intervenção, mencionando sua utilização em diversos contextos – na política, na medicina e nas artes, por exemplo – e destacando a importância de se compreender melhor seu uso no âmbito educacional. Em seguida, na segunda seção, discuto a intervenção do professor de matemática, com destaque para seu papel em atividades investigativas. Por fim, na seção três, faço uma revisão da literatura apontando semelhanças entre os trabalhos que compõem essa revisão, com o objetivo de demarcar os momentos em que se pode identificar a intervenção docente na atuação do professor. No final da seção, apresento a compreensão sobre a intervenção docente em atividades de modelagem o que norteará o restante desta pesquisa.

## 2.1. A INTERVENÇÃO E SEU USO EM CONTEXTOS DIVERSOS: COMO A EDUCAÇÃO TRABALHA O “CONCEITO”?

De acordo com o *Dicionário Online de Português*<sup>21</sup>, **intervenção** é um substantivo feminino que se define como o “ato de intervir, de exercer influência em determinada situação na tentativa de alterar o seu resultado; interferência; [uma] ação de expressar, de modo escrito ou artístico, um ponto de vista, acrescentando argumentos ou ideias.” Para Ferreira (2001), no popular dicionário Aurélio, intervir é “meter-se de permeio; ingerir-se, interferir”.

Tomando os entendimentos acima como ponto de partida para a discussão que será iniciada neste capítulo, é possível encontrar o uso do termo intervenção em diversos contextos, como na política, na medicina, na educação, entre outros.

Na Constituição do Brasil, por exemplo, encontramos o termo intervenção acompanhado da palavra federal. Nesse contexto, a *intervenção federal* é uma espécie de rompimento na independência de um Estado, de modo que a Federação possa atuar nos seus assuntos internos. Obedecendo a alguns critérios, a intervenção federal pode, por exemplo, forçar a troca de um governador ou prefeito (BRASIL, 1988). Assim, a palavra intervenção assume um tom de interferência, imposição e opressão.

Em outro ambiente, o urbano, a *intervenção artística*, que é uma manifestação que pretende causar alguma modificação por meio da arte. Nesse caso, a intervenção pode assumir diferentes formas e valores de acordo com a vertente artística, mas sempre assumindo um caráter transformador (PAIS; BLASS, 2004).

No contexto medicinal, o termo *intervenção cirúrgica*, ou somente cirurgia, é utilizado para determinar o “procedimento terapêutico invasivo para uma variedade de distúrbios fisiopatológicos, que implica a remoção ou reparação de um órgão ou parte deste” (CARVALHO *et al.*, 2010). Nesse caso, o termo intervenção, mesmo com característica invasiva, assume um tom de assistência ao paciente ao procurar auxiliá-lo na solução de algum problema ou na cura de uma doença.

No cenário escolar, em colégios e escolas pelo Brasil, *intervenção pedagógica* é um termo de comum ocorrência. De maneira geral, entende-se a intervenção pedagógica como um processo no qual algum profissional da educação (ou de áreas afins) objetiva interferir no desenvolvimento da aprendizagem de um sujeito ou em um ambiente escolar com o objetivo de solucionar possíveis problemas ali presentes (DAMIANI *et al.*, 2013). Nesse contexto, a palavra

---

<sup>21</sup> Para outras definições, acessar o link: <https://www.dicio.com.br/intervencao/>.



intervenção, mesmo que caracterizada pela ajuda na solução de um problema, pode carregar consigo um tom negativo ao prever que a presença de um interventor pode solucionar os problemas de uma escola.

Mesmo apresentando significados diferentes em cada um dos contextos citados, é possível perceber semelhanças entre os usos do termo intervenção nas situações apresentadas. A conotação, em todos os casos, expressa um desejo de mudança da situação vigente. Seja esse um desejo mais libertador e transformador, como na intervenção artística, ou uma urgência na solução de um problema ou adversidade, como na intervenção cirúrgica. Porém, caminhando para o tópico central deste capítulo, seria possível encontrar pontos em comum entre os entendimentos acerca do uso do termo intervenção presentes nas expressões acima discutidas e as compreensões sobre intervenção docente?

Alguns autores (FREITAS, 2007, 2009, 2010; DAMIANI *et al.*, 2013) discutem o uso do termo intervenção em contextos educacionais e de pesquisas em educação. Para justificar suas percepções a respeito do assunto, Freitas (2009) fez um levantamento, assim como foi feito no início desta seção, sobre o uso da palavra intervenção em outros contextos. A autora destaca o uso na Constituição Federal Brasileira de 1988, no Novo Dicionário Eletrônico Aurélio, e no Moderno Dicionário da Língua Portuguesa Michaelis. De acordo com Freitas (2009), o uso da palavra intervenção “tem se mostrado incômodo [...] na medida em que seu significado pode estar ligado a crenças, padrões de valor de uma determinada época marcada pela falta de liberdade e pela imposição” (p. 2).

Nesse sentido, Damiani *et al.* (2010) destacam que o uso desse conceito, em contextos educacionais, pode estar associado com uma ideia de autoritarismo e cerceamento advindo do professor para os alunos. Damiani *et al.* (2010) também apontam

que outra explicação para o sentido pejorativo atribuído à palavra poderia ser resultante de uma possível ligação com a perspectiva comportamentalista da Psicologia, entendida como pouco democrática. O comportamentalismo é criticado, grosso modo, por dissolver o sujeito da aprendizagem e visar ao controle do comportamento por agentes externos, sugerindo uma conjuntura interventiva autoritária. (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 58).

Freitas (2009), baseada no trabalho de Wittgenstein, ainda sugere que a palavra deva ser retirada da linguagem e que ela seja sujeitada a um processo de limpeza de seus significados para que possa ser novamente posta em circulação. A autora também faz uma pergunta muito pertinente aos anseios desta pesquisa: “como essa ação de intervir de forma autoritária, unilateral, monológica, poderia estar ao lado de conceitos que falam de construções coletivas,

autorias, alteridade e diálogo?” (FREITAS, 2007, p. 3). No caso em estudo nesta dissertação, podemos nos questionar: como desenvolver análises a partir da intervenção de um professor levando em consideração que sua prática de modelagem<sup>22</sup> é baseada em conceitos como liberdade, independência, criatividade etc.?

A resposta é simples, os entendimentos sobre intervenção e intervenção docente não precisam estar ligados a ideias consideradas negativas como interferência, autoritarismo, cerceamento etc. Dessa forma, faz-se necessário explicitar a que tipo de intervenção estou me referindo neste texto, em especial quando esse termo está ligado à atuação docente em sala de aula. Desse modo, na próxima seção, discuto os papéis assumidos por alunos e por professores durante a aula de matemática na busca pela construção de uma compreensão coerente sobre a intervenção docente para nortear o restante do trabalho aqui desenvolvido.

## **2.2. A ATUAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA EM SALA DE AULA: CONSTRUINDO UM ENTENDIMENTO PARA A INTERVENÇÃO DOCENTE**

Partindo do que já foi discutido no capítulo 1 desta dissertação, a atuação docente durante atividades do tipo investigativas (PONTE; BROCARDO; OLIVEIRA, 2003; SKOVSMOSE, 2000), em especial na modelagem matemática, é objeto de estudo de bastante relevância no campo da educação matemática. Neste trabalho, em particular, interesse-me pelos momentos da atuação docente durante o desenvolvimento de atividades de modelagem que podem ser compreendidos como uma intervenção do professor. Para isso, é preciso traçar um entendimento sobre o que é a intervenção docente a partir de trabalhos e de discussões existentes e determinar como localizá-la nos diversos momentos de atuação do professor.

Ao refletir sobre a atuação docente, Menezes (1997) destaca três motivos que explicam o crescente interesse de pesquisadores da época em estudar o *discurso*<sup>23</sup> dos professores de matemática. O discurso, de acordo com o autor, corresponde a um “acontecimento estrutural, manifestado em comportamento linguístico e não linguístico, [que] refere[-se] ao modo como os significados são atribuídos e trocados por interlocutores em contextos reais” (p. 5).

---

<sup>22</sup> Como ficará claro no próximo capítulo, o professor que terá suas ações analisadas nesta dissertação desenvolve grande parte de suas práticas na perspectiva socio-crítica de modelagem, o que confere à atividade as características mencionadas.

<sup>23</sup> Os conceitos envolvendo o discurso não serão utilizados como suporte teórico para as discussões desta dissertação, nem mesmo neste capítulo, fazendo com que a menção ao termo nesse parágrafo tenha por objetivo apenas compreender aspectos da intervenção presentes em trabalhos como o de Menezes (1997).

O primeiro motivo apontado pelo autor tem relação com a centralidade da linguagem na atividade humana e, em especial, na escola. “Grande parte das ações do professor e dos alunos na aula têm, de um modo direto ou indireto<sup>24</sup>, uma forte componente verbal” (MENEZES, 1997, p. 5). O autor ainda acrescenta que a linguagem assume papel central na atividade humana por permitir a comunicação entre pessoas.

O segundo motivo está estreitamente relacionado às intervenções feitas pelo professor na aprendizagem de seus alunos. Assim, Menezes (1997) aponta que

a natureza dessa intervenção está intimamente relacionada com as concepções do professor sobre o ensino e a aprendizagem. Deste modo, a participação do professor no discurso da aula pode assumir a forma da exposição dos conteúdos – tendendo, em grande parte das aulas, para o locutor único – ou, pelo contrário, traduzir-se na dinamização da discussão entre os alunos (p. 5-6).

O terceiro motivo tem relação com o papel que professores e alunos assumem nas interações verbais em sala de aula. Sobre esse ponto, Menezes (1997) acrescenta que os papéis de professores e estudantes no discurso estão ligados à forma como o professor conduz sua aula. Desse modo, “a distinção entre uma aula tradicional, de tipo expositivo, e uma aula em que os alunos se envolvem ativamente<sup>25</sup> na construção do seu próprio conhecimento, passa, em grande medida, pela qualidade do discurso” (MENEZES, 1997, p. 5) atribuindo, assim, papel de destaque à atuação do professor.

Ainda que o discurso não faça parte do suporte teórico desta dissertação, as observações de Menezes (1997) sobre as intervenções do professor, no processo de aprendizagem dos estudantes, revelam certo alinhamento com alguns dos apontamentos de Skovsmose (2000) a respeito da atuação do docente, como um todo, em práticas investigativas.

Skovsmose (2000), como já discutido, destaca a importância no papel do professor ao dizer que, no paradigma do exercício<sup>26</sup>, o professor atua como detentor do conhecimento e os alunos apenas aplicam a teoria ensinada por meio de uma lista extensa de exercícios repetitivos. Nessa mesma lógica, Menezes (1997) salienta que a interação predominante em uma aula tradicional é “professor/aluno/professor”, de modo que “o padrão discursivo é: o professor interpela o aluno; este responde e o professor avalia o teor da resposta” (p. 6). Neste trabalho, entretanto, o foco está em uma prática pedagógica diferente da aula tradicional: a modelagem

---

<sup>24</sup> No original, “directo” e “indirecto”.

<sup>25</sup> No original, “activamente”.

<sup>26</sup> Para maiores detalhes, conferir a discussão sobre o paradigma do exercício feita na Introdução desta dissertação.

matemática. Em práticas investigativas como a modelagem, a atuação do professor se aproxima à de um orientador (SKOVSMOSE, 2000).

Assim, Menezes (1997) aponta que

na aula tradicional, grande parte das perguntas tem como finalidade o teste de conhecimentos e o apoio ao discurso do professor. Na aula não tradicional, a pergunta assume contornos diferentes, corporizando um caráter provocador do pensamento dos alunos e gerando a interação entre estes alunos. Estas perguntas têm como finalidade o desenvolvimento de competências diversas nos alunos, ultrapassando em muito o mero teste de conhecimentos. A estimulação do pensamento dos alunos passa pelo pedido de justificação das respostas, pela clarificação da argumentação apresentada e pela discussão das ideias (p. 7).

O autor alerta, entretanto, que “é preciso sublinhar que esta nova atitude do professor não o deve, nem pode, excluir de intervir no discurso na aula” (MENEZES, 1997, p. 7).

Dessa forma, entendo que a intervenção pode ser compreendida, por meio da discussão promovida até aqui, como uma marca na atuação docente ou uma ação específica do professor durante a interação com os estudantes que objetiva promover avanços na atuação dos alunos (estímulos para o pensamento crítico, argumentação, justificação de respostas, entre outras que serão trabalhadas ainda neste do capítulo). Vale ressaltar a importância de se destacar que, para o trabalho desenvolvido nesta dissertação, a compreensão geral sobre a intervenção docente em aulas de matemática levará em consideração aspectos que distanciem sua concepção de ideais negativos como opressão e cerceamento.

Que características, então, teriam uma ação ou uma atuação do professor que poderia ser identificada como uma intervenção docente no sentido assumido nesta dissertação? Como descrever as intervenções do professor em aulas de matemática e, principalmente, durante o desenvolvimento de uma atividade de modelagem? Para tentar responder a essas perguntas, é importante olhar para a produção científica da área e tentar encontrar artigos, dissertações e/ou teses que se preocupem em estudar a intervenção docente em atividades de modelagem, para, a partir dos textos, continuar a tecer uma compreensão a respeito desse momento de intervenção. Portanto, na seção seguinte, a discussão até aqui feita ganha um caráter mais específico, pois apresentarei alguns trabalhos que discutem a intervenção dos professores em atividades de modelagem matemática. O objetivo dessa abordagem, além de produzir um entendimento mais robusto sobre intervenção docente, é o entendimento de como as pesquisas da área têm tratado a relação entre modelagem matemática e intervenção docente, localizando, assim, esta dissertação na literatura e destacando suas possíveis contribuições para as discussões do campo da modelagem.

### 2.3. INTERVENÇÃO DO PROFESSOR EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Os textos apresentados e discutidos nesta seção foram obtidos por meio de buscas em diversos meios de divulgação de pesquisas e indicações de textos de colegas pesquisadores que, de forma generosa, pensaram nesta pesquisa ao se depararem com alguma referência de relevância para a discussão aqui proposta.

A pesquisa para seleção de textos se deu em seis principais frentes, a saber: (i) o catálogo de teses e dissertações da CAPES<sup>27</sup>; (ii) periódicos ligados ao campo da educação matemática (Bolema, Educação Matemática em Debate, Educação Matemática em Revista, Zetetiké, ZDM, entre outros); (iii) números especiais de periódicos brasileiros sobre a modelagem matemática (Alexandria, Revemat, entre outros) ; (iv) os anais da Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática – CNMEM; (v) os livros organizados pelo International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications – ICTMA; e (vi) o *Google Acadêmico*<sup>28</sup>.

Em todos os meios de divulgação de pesquisa utilizados como fonte para esta dissertação (que possuíam a ferramenta *busca*), foram buscados os termos: “modelagem”; “modelagem matemática”; “intervenção”; “intervenção docente”; “atuação”; e “professor”. Posteriormente, a partir do grande número de textos obtidos, foi feita uma seleção escolhendo aqueles que se aproximavam da discussão desta dissertação. A seleção apresentada, todavia, não esgota todas as informações e pesquisas sobre o tema. Muito provavelmente, algum texto tenha passado despercebido ou não estava disponibilizado em formato eletrônico (o que dificulta o acesso), acabando por não fazendo parte da seleção utilizada neste trabalho. Acredito, porém, que, mesmo com possíveis falhas, a coletânea de textos apresentados a seguir consegue oferecer um panorama geral das pesquisas sobre intervenção docente em atividades de modelagem e possibilita o posicionamento desta dissertação diante da discussão em pauta.

As pesquisas sobre as intervenções dos professores nas atividades dos seus estudantes não são comuns no campo da educação matemática, em especial, na modelagem matemática, como apontado por Leiß (2005) e Leiß e Wiegand (2005). Mesmo se tratando de trabalhos publicados há 15 anos, a ocorrência de trabalhos sobre o assunto ainda é baixa na atualidade.

<sup>27</sup> <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#/>

<sup>28</sup> <https://scholar.google.com.br/?hl=pt-BR>

Uma busca simples em bancos de artigos, dissertações e teses revela que, apesar do aumento no número de pesquisas no campo da educação matemática a partir de 2010, – o assunto ainda carece de mais atenção dos pesquisadores da área, principalmente no que diz respeito à intervenção docente e suas compreensões.

Em um estudo feito por Leiß e Wiegand (2005), os autores analisam diversos trabalhos<sup>29</sup> de pesquisadores da educação em geral de modo a investigar como alguns estudiosos lidam com a questão da intervenção dos professores nas atividades dos alunos. Em comum, todos os trabalhos analisados compreendem a intervenção docente como um momento da atuação do professor em que ele busca ajudar os estudantes a trabalhar de maneira mais autônoma, sempre os auxiliando na compreensão e resolução do problema que está sendo discutido. A intervenção docente, nesse momento, pode ser marcada por diversas ações ou comportamentos como, por exemplo, a correção de uma ponderação do aluno, o questionamento de uma dúvida do estudante, entre outros.

Em seu trabalho, Leiß e Wiegand (2005) propuseram um *framework* multidimensional que permitiu-lhes categorizar os diferentes tipos de intervenção dos professores. A partir dessa seleção de pesquisas relacionadas ao assunto, os autores elegeram quatro categorias iniciais para entender as intervenções docentes. Conforme o estudo feito, as intervenções podem ser: (i) afetivas; (ii) metacognitivas; (iii) relacionadas ao conteúdo e (iv) relacionadas à organização. Leiß e Wiegand (2005) também comentam sobre uma quinta categoria, diagnóstica, que, de acordo com eles, pode ser considerada uma intervenção alternativa às outras quatro. De acordo com esses autores, tal categoria se evidencia quando o professor não se dirige diretamente aos alunos por meio da fala, mas observa o desenvolvimento do trabalho dos estudantes, com o objetivo de recolher informações sobre suas atuações deixando-os, por si próprios, buscar uma solução para os problemas.

Em outro estudo, Leiß (2005) investiga a atuação de um professor em duas situações diferentes para analisar sua intervenção durante as atividades de modelagem dos estudantes. A pesquisa é realizada em um laboratório com um número reduzido de alunos e Leiß (2005) conclui, então, que a tarefa de intervir na atividade dos estudantes é complexa, pois o professor também leva em consideração o processo de aprendizagem dos alunos. O autor ainda destaca que um professor pode intervir

- em diferentes *fases* (antes, durante e após o processo de solução/uma lição específica).

---

<sup>29</sup> Loska (1995), Dekker e Elshout-Mohr (2004), Riedel (1973) e os estudos de Maria Montessori para citar alguns.

- em diferentes *momentos no tempo* (por exemplo, no momento em que ocorre um erro ou somente após um período de tempo indefinido, quando o aluno tem a chance de corrigir seu equívoco e o professor para diagnosticar)
- em diferentes *níveis* (por exemplo, conteúdo matemático, nível/estratégico, interação social),
- com uma variedade de *métodos* (perguntas, demonstrações, dicas etc.),
- com diferentes graus de *direcionamentos espontâneos* (de dicas implícitas a instruções inequívocas).<sup>30</sup>.

Leiß (2005) também acrescenta que as ações de um professor podem ser resultado do seu próprio desejo de intervir na atividade ou de um pedido de ajuda proveniente dos estudantes.

Barbosa (2007), por sua vez, destaca a importância de se levar em consideração o estilo de participação do professor em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática. O autor, então, apresenta dois estilos de intervenção docente:

- diretiva (*directive*), na qual o professor responde diretamente às perguntas e aos questionamentos dos alunos, corrigindo os possíveis “erros” e apresentando direções e soluções;
- aberta (*open*), em que o professor procura formular questões para os estudantes baseando suas perguntas nas dúvidas e questionamentos dos próprios alunos.

Com o intuito de compreender como o discurso de um professor pode influenciar nas produções discursivas dos alunos, Santana e Barbosa (2012) analisaram o desenvolvimento de uma atividade de modelagem com estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA). A atividade tinha como tema a reciclagem de latas de alumínio e foi desenvolvida em 1 dia, durante 4 aulas consecutivas. Os autores concluíram que os discursos produzidos pelos alunos foram regulados por dois tipos de discursos gerados pelo professor: o *discurso procedimental* e o *discurso silenciador*.

---

<sup>30</sup> Tradução minha do original: “i) in different *phases* (before, during and after the solution process/the specific lesson), ii) at different *points of time* (e.g. in the moment when a failure occurs or only after an indefinite time when the student has the chance to correct his failure and the teacher to diagnose), iii) on different *levels* (e.g. mathematical content, meta/strategy-level, social interaction), iv) with a variety of *methods* (e.g. questions, demonstrations, hint cards), v) with different degrees of *directness of his prompts* (from hidden hints to unambiguous instructions).” (LEIß, 2005, p. 87, grifos no original).

O discurso procedimental refere-se ao discurso do professor, no qual ele deixa evidentes os procedimentos de abordagem do problema no ambiente de aprendizagem, como: onde as informações podem ser coletadas; quais informações são relevantes para o desenvolvimento das situações-problema; e como podem ser desenvolvidas as situações-problema. Já o discurso silenciador refere-se à invalidação de encaminhamentos propostos pelos alunos, como aqueles em termos de que dados devem ser utilizados, das informações relevantes etc. (SANTANA; BARBOSA, 2012, p. 1016).

Mesmo não fazendo um relevante número de menções ao termo intervenção em seu texto, é possível deduzir, a partir do título do trabalho<sup>31</sup>, que Santana e Barbosa (2012) selecionaram os episódios analisados a partir do que eles compreendem como uma intervenção docente. Mesmo sem uma conceituação explícita, é possível perceber que a seleção foi feita levando em consideração os momentos nos quais o professor auxiliava os alunos fazendo possíveis correções, indicando-lhes caminhos, dando-lhes dicas etc. De maneira geral, os momentos de intervenção revelam os propósitos do professor em guiar os estudantes para determinadas direções.

Essa mesma orientação durante as intervenções pode ser notada na discussão proposta no trabalho de Silva e Oliveira (2015). Com o objetivo de estudar decisões, razões, interesses e regras que permeiam a escolha do tema em atividades de modelagem matemática, as autoras analisaram a prática pedagógica de três professores que desenvolveram atividades de modelagem em um curso de formação continuada. Como conclusão, Silva e Oliveira (2015) observaram que

a escolha do tema [quando feita pelo docente] imprime um controle mais explícito por parte do professor, sendo que essa escolha esteve dependente dos objetivos pedagógicos que eles pretendiam alcançar com a atividade de modelagem nas aulas (p. 54).

Nesse sentido, foi possível perceber que as intervenções dos professores tinham por objetivo determinar o caminho que os alunos deveriam seguir durante o desenvolvimento da atividade de modelagem.

Silva e Oliveira (2016) destacam a resistência de professores em transformar o texto do planejamento da atividade de modelagem em um ambiente de aprendizagem na prática escolar. As autoras observaram que a resistência está relacionada à dificuldade que os professores têm de se desprender do planejamento inicial. Essa conexão forte com o que foi planejado *a priori*

---

<sup>31</sup> O título é “A intervenção do professor em um ambiente de modelagem matemática e a regulação da produção discursiva dos alunos”.



fez com que os professores controlassem as decisões dos estudantes para que os propósitos iniciais dos docentes fossem alcançados.

Oliveira (2010) ainda discute as tensões observadas nos discursos dos professores que utilizam a modelagem em suas aulas pela primeira vez. Em uma das categorias de análise propostas pela autora, ela destaca a tensão causada pela intervenção do professor. De acordo com Oliveira (2010), a professora que aplicou a atividade de modelagem não sabia qual o limite de sua intervenção. A autora relata que a docente interveio na atividade da mesma forma que realiza intervenções em suas aulas regulares: mostrando aos alunos como resolver os problemas. A autora ainda destaca que

a tensão da intervenção do professor esteve relacionada à produção de um texto legítimo para o professor orientar os alunos na resolução do problema no ambiente de modelagem em suas práticas pedagógicas, seja na compreensão do problema ou na utilização do conteúdo matemático para resolver o problema, seja no esclarecimento dos parâmetros considerados no problema. (OLIVEIRA, 2010, p. 153).

Veronez e Castro (2018), por sua vez, realizaram um estudo com o intuito de compreender os desdobramentos das intervenções de uma professora no momento de orientação do desenvolvimento de atividades de modelagem matemática. Neste trabalho, as autoras analisaram duas atividades realizadas com estudantes do 8º ano do ensino fundamental. A pesquisa revelou que, por existir uma relação forte de dependência dos alunos para com o professor, grande parte das intervenções da professora partiram, inicialmente, dos questionamentos dos estudantes, sempre à procura de uma validação das suas ações. Veronez e Castro (2018) também apontam que “as intervenções realizadas pela professora ora indicam caminhos, ora validam os modos de pensar dos alunos, ora sinalizam que eles estão realizando ações adequadas, ora confirmam as conclusões deles” (p. 431) e identificam três categorias de intervenção da professora: questionar, sugerir e esclarecer.

A primeira categoria diz respeito à intervenção da professora em forma de questionamentos, ou seja, a professora faz perguntas na intenção de que os alunos reflitam sobre o que estavam pensando ou que pensem sobre algo que não haviam considerado. A segunda categoria, sugerir, agrupa intervenções do professor que tem como propósito orientar e direcionar o trabalho dos alunos. Sendo assim essas intervenções têm característica sugestiva. Já a terceira categoria, esclarecer, considera as intervenções com caráter explicativo. (VERONEZ; CASTRO, 2018, p. 446).

As autoras ainda evidenciam que, “em uma mesma categoria, as intervenções da professora têm características ora matemáticas, ora não matemáticas,” (VERONEZ; CASTRO,

2018, p. 449) o que as levou a inferir que, durante o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática, conhecimentos matemáticos e não-matemáticos emergem a todo momento. E, assim como nos trabalhos anteriores, as intervenções observadas em Veronez e Castro (2018) “ora favorecem, ora limitam a manifestação de ações dos alunos, muito embora não determinem por si sós o desenvolvimento das atividades de modelagem matemática” (p. 431).

Apesar de não serem numerosos, é possível perceber, por meio dos trabalhos apresentados, que existe certa diversidade de preocupações, questionamentos, metodologias, contextos etc. em pesquisas que se preocupam com a intervenção em atividades de modelagem. Encontram-se pesquisas com estudantes do ensino fundamental (VERONEZ; CASTRO, 2018), estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) (SANTANA; BARBOSA, 2012) e professores em formação continuada (SILVA; OLIVEIRA, 2015). Ainda é possível perceber diferenças nas características da atividade de modelagem realizada: participação dos alunos apenas na solução da atividade (LEIß, 2005) e participação dos estudantes em outros momentos da atividade (SILVA; OLIVEIRA, 2015). Algumas pesquisas apontam como resultado uma categorização da intervenção docente (LEIß, 2005; LEIß; WIEGAND, 2005; BARBOSA, 2007; VERONEZ; CASTRO, 2018), outras focam no papel do discurso (SANTANA; BARBOSA, 2012) ou no papel do planejamento (SILVA; OLIVEIRA, 2016). Alguns trabalhos têm como foco a análise da intervenção (LEIß, 2005; LEIß; WIEGAND, 2005; SANTANA; BARBOSA, 2012; VERONEZ; CASTRO, 2018), em outros, a intervenção aparece durante o processo de análise (OLIVEIRA, 2010; SILVA; OLIVEIRA, 2015).

A partir dessa diversidade de tratamentos nas pesquisas acima citadas, é natural se questionar: qual é o local de relevância dessa dissertação na literatura da área? Ou: qual contribuição ela pode dar para as classificações e categorias de intervenção já existentes? De maneira geral, esta pesquisa possui alguns diferenciais que podem contribuir para o conjunto de trabalhos sobre intervenção docente em atividades de modelagem matemática. Primeiramente, os dados provenientes da pesquisa de campo foram coletados e produzidos a partir do desenvolvimento de uma atividade de modelagem ajustada ao caso 3 de Barbosa (2004), o que permite um alto grau de envolvimento dos alunos desde os primeiros momentos da atividade. Como será que o professor se comporta nesse caso? Além disso, o objetivo desta pesquisa é, ao voltar seu olhar para o processo de intervenção como um todo, ampliar as categorizações de intervenção docente em atividades de modelagem já existentes, levando em consideração algumas etapas do desenvolvimento dessas atividades.

Para finalizar, é preciso esclarecer, a partir da discussão proposta neste capítulo, qual a compreensão de intervenção que será seguida por este texto para a posterior seleção e análise dos dados. De maneira geral, os trabalhos apresentados não procuram definir ou conceituar a expressão intervenção docente. Nesta dissertação, entretanto, vou compreender a intervenção docente como uma *ação do professor que objetiva influenciar ou direcionar a atuação dos alunos durante o desenvolvimento da atividade por meio de questionamentos, de sugestões ou de esclarecimentos*.

Essa compreensão foi construída a partir da discussão dos trabalhos apresentados neste capítulo e ela guiará a descrição e a análise dos dados oriundos da pesquisa de campo realizada neste trabalho. Nesse sentido, no próximo capítulo desta dissertação, apresento os aspectos metodológicos escolhidos para a realização desta pesquisa.



## – CAPÍTULO III –

## OS ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

**Jonas:** é porque é assim, [a *Genki Dama*] é uma bola de energia, o Goku vai chegar e a energia vai estar toda com ele. Como vai tá uma energia muito alta...

**Henrique:** então, vai destruir onde? A qual distância? Entendeu? Tem um método, uma estratégia para tentar destruir. [...] Então vocês vão ter que bolar uma estratégia e, a partir dessa estratégia, vai ter uma comparação aí entre essas quantidades de energia e tal... Uma pergunta que eu vou fazer para vocês: a *Genki Dama* tem a mesma energia a qualquer distância?

**Estudantes:** Não!

**Davi:** Quanto mais perto, mais forte ela fica.

**Henrique:** Então, o trabalho de vocês tá com um caminho bem desenhado: o método, a parte que vocês vão quantificar e, no final das contas, a conclusão se o *Goku* poderia salvar ou não [a humanidade de um meteoro].

Este capítulo destina-se a apresentar os aspectos metodológicos desta pesquisa. Organizado em 5 seções, o capítulo apresenta as escolhas e as justificativas para os caminhos metodológicos da produção e da análise dos dados. Na seção 3.1, apresento a abordagem metodológica qualitativa de pesquisa que orienta este trabalho. Na seção 3.2, destaco os procedimentos de coleta e de produção dos dados com destaque para a discussão acerca da observação participante. Na seção 3.3, descrevo o processo de escolha do sujeito de pesquisa, o professor Henrique, e o contexto no qual a pesquisa foi realizada. Na seção 3.4, apresento o planejamento de pesquisa a partir do cronograma e discuto o *design* emergente desta pesquisa. Na seção 3.5, esclareço parte do processo de seleção e de descrição dos dados que serão apresentados no capítulo 4.

### 3.1. A ABORDAGEM METODOLÓGICA DE PESQUISA

De acordo com Alves-Mazzotti (1999), não existe juízo de valor sobre a escolha metodológica para se tratar determinado problema, isto é, “não há metodologias “boas” ou “más” em si, e sim metodologias adequadas ou inadequadas para resolver o problema de pesquisa” (p. 160, grifos no original). Assim, para se refletir sobre paradigmas metodológicos adequados ou não para a pesquisa, é importante voltar no texto e refletir sobre a pergunta diretriz aqui proposta e sobre as escolhas tomadas a partir dela.

Meu interesse nesta pesquisa é entender *como ocorre o processo de intervenção de um professor em atividades de modelagem matemática*, assim, o foco deste trabalho está no professor e em sua atuação em sala de aula, bem como na interação desse docente com os alunos, o que atribui à pesquisa um caráter qualitativo (BOKDAN; BIKLEN, 1994; ALVES-MAZZOTTI, 1999; MOREIRA, 2002). Desse modo, a escolha por uma abordagem qualitativa para esta pesquisa não é desproposital, já que ela se mostra adequada aos questionamentos presentes nesta dissertação.

D’Ambrósio (1996) destaca que a pesquisa qualitativa “é focalizada no indivíduo, com toda a sua complexidade e na sua inserção e interação com o ambiente sociocultural e natural” (p. 93). Para Alves-Mazzotti (1999), as pesquisas qualitativas

partem do pressuposto de que as pessoas agem em função de suas crenças, percepções, sentimentos e valores e que seu comportamento tem sempre um sentido, um significado que não se dá a conhecer de modo imediato, precisando ser desvelado. (p. 131).

A abordagem qualitativa possui algumas características que a identificam, enquanto metodologia de pesquisa na educação. Para Bokdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa pode ser descrita por meio de cinco principais características, que seguem.

*A fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal.* Os autores destacam que, em abordagens qualitativas, o investigador se interessa por analisar práticas que ocorrem em ambientes próximos à realidade dos sujeitos analisados. Além disso, “os investigadores qualitativos assumem que o comportamento humano é significativamente influenciado pelo contexto em que ocorre, deslocando-se, sempre que possível, ao local de estudo” (BOKDAN; BIKLEN, 1994, p. 48). Por se tratar de uma pesquisa que se interessa em estudar momentos específicos da interação entre professor e alunos, o ambiente natural para que isso aconteça é uma escola ou sala de aula. Além disso, a questão de

investigação desta pesquisa partiu de minha experiência como docente, fazendo dela uma inquietação autêntica.

*A investigação qualitativa é descritiva.* Dessa forma, Bokdan e Biklen (1994) destacam as características que os dados qualitativos possuem ao se apresentarem como palavras e não como números. Além disso, apontam a importância dada aos mínimos detalhes pelos investigadores qualitativos. “A abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado com a ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo” (BOKDAN; BIKLEN, 1994, p. 49). Nesta pesquisa, como será detalhado nas próximas seções, os dados foram obtidos por meio de gravações de áudio e de vídeo, além do meu olhar atento com anotações no caderno de campo, produzindo, assim, um volume de dados que abrange, dentro das possibilidades, os detalhes da investigação.

*Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos.* Na abordagem qualitativa, apesar da alta relevância dos resultados finais de pesquisa, o investigador sempre está atento ao que acontece durante a análise dos dados, fazendo com que a pesquisa qualitativa tenha uma preocupação abrangente, levando em consideração o desenvolvimento das práticas pesquisadas. Nesta dissertação, mais do que categorizar ou identificar as intervenções de um professor, é importante entender como elas acontecem e a relação que elas têm com a atividade como um todo.

*Os investigadores qualitativos tendem a analisar seus dados de forma indutiva,* ou seja, a investigação não existe com o objetivo de responder ou provar uma hipótese previamente formada. Em geral, as compreensões vão se formando à medida que o pesquisador tem contato com os dados coletados e produzidos durante a sua pesquisa. “Não se trata de montar um quebra-cabeças cuja forma final conhecemos de antemão. Está-se a construir um quadro que vai ganhando forma à medida que se recolhem e examinam as partes” (BOKDAN; BIKLEN, 1994, p. 49). Para a pesquisa descrita nesta dissertação, os entendimentos e as interpretações a respeito da intervenção docente foram sendo construídos ao longo de todo o processo de pesquisa, desde a revisão da bibliografia até a análise dos dados.

*O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.* Os investigadores qualitativos estão preocupados em dar significado aos dados, analisá-los de maneira a compreender seus sujeitos e suas ações.

Os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências e ponto de vista do informador. O processo de condução de investigação qualitativa reflete uma

espécie de diálogo entre os investigadores e os respectivos sujeitos, dado estes não serem abordados por aqueles de uma forma neutra. (BOKDAN; BIKLEN, 1994, p. 51).

Dessa forma, nesta pesquisa, procurou-se interpretar os dados a partir do meu conhecimento sobre as práticas do sujeito durante as observações, tentando dar significado a suas ações.

Após a definição por uma abordagem metodológica coerente com os objetivos da pesquisa, é preciso definir, também de maneira coerente, os procedimentos de coleta e de registro de dados da pesquisa. Pesquisas qualitativas se caracterizam por possuírem grande variedade desses procedimentos (ALVES-MAZZOTTI, 1999), portanto, na seção seguinte, apresento as escolhas metodológicas para a coleta e registro de dados deste estudo.

### 3.2. PROCEDIMENTOS DE COLETA E PRODUÇÃO DOS DADOS

Levando em consideração, neste trabalho, a natureza da pergunta diretriz e o modo como o planejamento de pesquisa<sup>32</sup> foi feito, o procedimento que se mostrou mais adequado para a coleta de dados foi a *observação* (ALVES-MAZZOTTI, 1999).

De acordo com Alves-Mazzotti (1999), a observação é um dos procedimentos de coleta de dados mais utilizados pelos pesquisadores em suas pesquisas qualitativas e, embora seja bastante valorizada, a observação pode apresentar algumas desvantagens para pesquisadores tradicionais no que diz respeito a sua utilização:

- a) abrange apenas seus próprios limites temporais e espaciais, isto é, eventos que ocorrem fora do período de observação não são registrados;
- b) é uma técnica pouco econômica, pois exige muitas horas de trabalho do pesquisador;
- c) geralmente requer alta dose de interpretação por parte do observador, o que pode levar a inferências incorretas;
- d) a presença do observador pode interferir na situação observada. (ALVES-MAZZOTTI, 1999, p. 164).

Entretanto, Alves-Mazzotti (1999) afirma que as desvantagens apontadas não constituem problema para a realização de pesquisas qualitativas, considerando seus pressupostos e suas características. De fato, a observação só permite que o pesquisador estude o que acontece em certos momentos do tempo-espço, mas isso pode ser minimizado com a utilização de outras ferramentas de coleta de dados. Já o consumo de tempo é proporcional ao tipo de questionamento que se pretende investigar, de modo que o tempo gasto na observação

---

<sup>32</sup> O planejamento será detalhado nas próximas seções.



“só parece excessivo quando comparado ao despendido em pesquisas baseadas em aplicação coletiva de questionários ou testes, que pode ser feita num único dia” (ALVES-MAZZOTTI, 1999, p. 164). No que diz respeito às inferências incorretas, não se trata de característica única da observação, na medida em que todo pesquisador está sujeito a esse tipo de desvantagem. E a interferência causada pela presença do observador pode ser minimizada a partir da permanência prolongada do pesquisador no campo. Ainda nesta seção, mais detalhes sobre a minha possível interferência durante a coleta de dados serão discutidos.

Apesar de apresentar algumas desvantagens, que podem ser superadas, a observação possui vantagens como procedimento de coleta de dados:

a) não depender do nível de conhecimento ou da capacidade verbal dos sujeitos; b) permitir “checar”, na prática, a sinceridade de certas respostas que, às vezes, são dadas só para “causar boa impressão”; c) permitir identificar comportamentos não-intencionais ou inconscientes e explorar tópicos que os informantes não se sentem à vontade para discutir; e d) permitir o registro do comportamento em seu contexto temporal-espacial. (ALVES-MAZZOTTI, 1999, p. 164, grifos no original).

Para Jaccoud e Mayer (2010),

a observação enquanto procedimento de pesquisa qualitativa implica a atividade de um pesquisador que observa pessoalmente e de maneira prolongada situações e comportamentos pelos quais se interessa sem reduzir-se a conhecê-los somente por meio de categorias utilizadas por aqueles que vivem essas situações. (p. 255).

A observação feita nessa pesquisa também se caracteriza como uma observação não-estruturada, ou seja, a observação “na qual os comportamentos a serem observados não são predeterminados, eles são observados e relatados da forma como ocorrem, visando descrever e compreender o que está ocorrendo numa dada situação.” (ALVES-MAZZOTTI, 1999, p. 166).

A partir do pensamento sobre o procedimento de coleta de dados e também porque o pesquisador é o principal instrumento na pesquisa qualitativa, é importante refletir sobre o modo como se deu minha atuação enquanto pesquisador durante a coleta dos dados. Tomando como base a pergunta diretriz, é possível perceber que o interesse desta pesquisa está em olhar para a intervenção do professor. Assim, o ideal é que minha interferência durante a prática desenvolvida na pesquisa de campo fosse nula ou quase nula, deixando que o docente responsável pela realização da atividade tomasse todas as decisões, respondesse a todas as perguntas feitas pelos alunos e solucionasse todos os eventuais problemas. Fica, porém, uma

dúvida pertinente: é possível, enquanto pesquisador, durante a observação, ter uma atuação nula em um campo de pesquisa como a sala de aula?

Para responder a essa pergunta, é preciso olhar para a discussão promovida por estudiosos sobre a questão da observação e do papel do pesquisador durante a coleta de dados. Alguns autores falam em *observação não-participante*. Godoy (1995), por exemplo, afirma que “quando o pesquisador atua apenas como espectador atento, temos o que se convencionou chamar de observação não-participante” (p. 27). Para Ferreira e Mousquer (2004), a observação não-participante “ocorre quando o observador permanece de fora do fenômeno, não participando dele; ele executa um papel de expectador [sem interferir] no fenômeno investigado” (p. 58).

Na observação participante, entretanto, “o pesquisador se torna parte da situação observada, interagindo por longos períodos com os sujeitos, buscando partilhar o seu cotidiano para sentir o que significa estar naquela situação.” (ALVES-MAZZOTTI, 1999, p. 166).

Neste momento, farei uso de um exemplo<sup>33</sup> formulado por um colega que me ajudará a explicar como compreendo a questão da observação em um contexto escolar. Em geral, a observação participante prevê nenhuma interferência na situação observada, mas seria isso possível? Acredito que sim. Imagine uma pesquisa na qual o investigador esteja interessado em observar a quantidade de veículos que avançam o sinal em determinada via. Para isso, ele pega um caderno e, depois de se sentar próximo ao semáforo, começa a anotar o número de veículos que não respeitam o sinal de parada. Pensando que o pesquisador está ali e nada denuncia sua presença para os motoristas, a interferência desse observador nessa prática cotidiana é, de fato, inexistente. Agora, vamos tentar importar essa mesma situação para uma sala de aula. O pesquisador chega, começa a observar a prática vigente e sai como se nada tivesse acontecido. Esse exemplo dificilmente (ou nunca) acontecerá na realidade. A partir do momento em que um agente externo à sala de aula se faz presente no dia-a-dia de uma turma, cria-se uma perturbação natural do ambiente<sup>34</sup>. E, por se tratar de seres humanos, é impossível impedir que exista algum tipo de interação entre os sujeitos e o pesquisador. Portanto, num contexto como

---

<sup>33</sup> O uso deste exemplo não tem por objetivo determinar o que é e o que não é uma observação não-participante. Seu intuito é puramente didático para me ajudar a justificar melhor as escolhas de determinadas nomenclaturas e das características que as acompanham.

<sup>34</sup> Um exemplo de perturbação natural está em Rocha (2015), em que, para a pesquisa em questão, foi criado um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática e, a partir da presença da pesquisadora, os alunos começaram a questionar a professora e a pesquisadora sobre o fato de estarem em uma aula de matemática, mas realizando atividades que não estavam acostumados a fazer, considerando a prática tradicional como a comum nas aulas de matemática daquele contexto.

o da sala de aula, a interferência do pesquisador, ao meu ver, não pode ser considerada inexistente.

Sobre a observação participante, Alves-Mazzotti (1999) ainda destaca que, mesmo sendo natural imaginar que, nesse procedimento de coleta de dados, seja importante uma inserção total do pesquisador no campo de pesquisa, em interação ativa com os sujeitos, “o nível de participação do observador é bastante variável, bem como o nível de exposição de seu papel de pesquisador aos outros membros do grupo estudado.” (p. 167). Dessa forma, é possível realizar uma observação participante, ainda que o pesquisador interaja ou interfira pouco no contexto observado. Assim, pode-se classificar o procedimento de coleta de dados adotado nesta pesquisa como uma observação participante com nível mínimo de participação.

Para o registro dos dados, foram utilizados gravadores de voz, filmadoras e anotações do caderno de campo.

O planejamento para coleta foi o de posicionar a câmera em um ponto da sala onde fosse possível observar a movimentação do professor e dos estudantes e os gravadores seriam utilizados durante os momentos em que os estudantes estivessem reunidos em grupo durante o desenvolvimento da atividade de modelagem matemática.

Ainda sobre o registro dos dados, alguns trabalhos, como do Powell, Francisco e Maher (2004), já discutem que o uso de filmadoras pode inibir a atuação de professor e de alunos. Na tentativa de diminuir essa inibição, o planejamento para a coleta de dados previa uma inserção prematura no campo de pesquisa, antes da realização da prática pedagógica que serviria de contexto para as observações. Além disso, posicionei a filmadora ligada durante todas as aulas regulares<sup>35</sup> de matemática observadas e também durante aquelas nas quais a atividade de modelagem se desenvolveria.

As falas captadas pelos gravadores e pela filmadora foram posteriormente transcritas de acordo com um método proposto por mim, em um trabalho anterior (LIMA, 2015). Nesse trabalho, baseado em Powell, Francisco e Maher (2004), sugiro que a transcrição de falas é um processo que pode ser dividido em seis fases: (i) assistir aos vídeos; (ii) selecionar os eventos críticos; (iii) descrever os eventos críticos; (iv) transcrever os eventos críticos; (v) discutir os dados encontrados; e (vi) limpar as transcrições (LIMA, 2015).

---

<sup>35</sup> Entendo e defendo que aulas que utilizam a modelagem matemática como prática pedagógica para o ensino de matemática podem fazer parte das aulas regulares de matemática dependendo da proposta de cada professor. Fiz essa separação apenas para explicitar que existiam dois tipos de aula diferentes sendo realizadas concomitantemente: as aulas nas quais o professor Henrique ensinava algum conteúdo específico, corrigia exercícios, aplicava suas provas etc. e as aulas em que havia desenvolvimento da atividade de modelagem. As propostas para esses dois tipos de aula eram diferentes, já que o ambiente de modelagem, mesmo que dentro dos planos do professor para ambas as turmas, foi criado como uma demanda desta pesquisa.

Parte do processo de transcrição de falas está centrado na seleção dos eventos críticos que, de acordo com Powell, Francisco e Maher (2004), são momentos em que se

demonstra uma significativa ou contrastante mudança em relação a uma compreensão prévia, um salto conceitual em relação a uma concepção anterior. Eventos críticos são contextuais. Um evento é crítico em sua relação a uma questão particular perseguida pela pesquisa. Assim, uma instância na qual os aprendizes apresentam uma explicação matemática ou argumento, pode ser significativa para uma questão de pesquisa preocupada com a construção de justificação matemática ou demonstração pelos estudantes e, como tal, pode ser identificada com um evento crítico. (p. 104-105).

Assim, os eventos críticos foram selecionados levando-se em consideração os momentos da atuação do professor nos quais se pudesse perceber uma intervenção na atividade de modelagem dos estudantes. Lembrando que, nesta dissertação, estou considerando a intervenção como uma ação do docente que objetiva influenciar ou direcionar, por meio de questionamentos, sugestões ou esclarecimentos, a atuação dos alunos durante o desenvolvimento da atividade.

### 3.3. A ESCOLHA DO SUJEITO DE PESQUISA E O CONTEXTO

De acordo com Alves-Mazzotti (1999),

ao contrário do que ocorre com as pesquisas tradicionais, a escolha do campo onde serão colhidos os dados, bem como dos participantes é proposital, isto é, o pesquisador os escolhe em função das questões de interesse do estudo e também das condições de acesso e permanência no campo e disponibilidade dos sujeitos. (p. 162).

Dessa forma, a escolha de um professor para ser sujeito dessa pesquisa precisou atender a algumas necessidades, características e/ou critérios previamente elaborados por mim com o intuito de fazer com que os objetivos de pesquisa pudessem ser alcançados. Assim, dois critérios fundamentais foram:

- *A experiência prévia do professor com desenvolvimento de atividades modelagem matemática no caso 3 de Barbosa (2004):* durante o planejamento para a seleção de um sujeito, existiam três possibilidades de escolha levando em consideração a prática do docente com modelagem: a) um professor com nenhuma experiência com modelagem;

b) um professor com pouca experiência com modelagem; c) um professor com muita experiência com modelagem. A opção (a) não contemplaria o interesse desta pesquisa em particular – analisar a relação entre as intervenções e a atividade de modelagem – já que um professor com nenhuma experiência poderia ter dúvidas sobre como intervir em um projeto de modelagem e poderia acabar por cercear a atuação dos alunos. Ademais, possivelmente teria sua atuação pautada em outras práticas e não revelaria informações particulares sobre a intervenção em atividades de modelagem especificamente. A opção (b), assim como a anterior, não contemplaria o objetivo desta dissertação no que diz respeito, principalmente, à segurança do professor com intervenções em atividades de modelagem matemática nas quais os estudantes participam ativamente do desenvolvimento desde as primeiras tarefas. Nesse sentido, levei em consideração que existia um risco – ao selecionar um professor com pouca ou nenhuma experiência em atividades de modelagem – de pesquisar a prática docente que nunca havia desenvolvido projetos com características mais abertas, como no caso 3, de Barbossa (2004). Essa ponderação foi feita a partir do que é sugerido na literatura da área. Almeida, Silva e Vertuan, (2012), por exemplo, sugerem que professores com pouca prática comecem a realizar suas atividades por projetos menos abertos e caminhem gradativamente para atividades nas quais alunos e professores participam desde as tarefas iniciais. Desse modo, a opção (c) me pareceu a mais indicada, visto que uma maior experiência do professor poderia garantir uma relação natural entre suas intervenções e o desenvolvimento da atividade de modelagem, além de poder garantir a experiência com atividades de modelagem com um caráter mais aberto.

- *Proximidade de Belo Horizonte do campo de coleta e produção dos dados:* na época de realização da coleta de dados da pesquisa, eu trabalhava como professor na Rede Municipal de Belo Horizonte (RMBH) o que impossibilitava meu deslocamento para locais distantes de BH e região metropolitana. Dessa forma, era fundamental para a execução da pesquisa que o docente selecionado lecionasse em alguma escola/colégio que ficasse em BH ou em sua região metropolitana.

Devido aos critérios acima elencados para a seleção de um sujeito, me vi diante de um difícil cenário, já que, apesar da difusão que a modelagem matemática alcançou nos últimos anos, especialmente no que diz respeito aos cursos de licenciatura e às atividades de formação continuada (TAMBARUSSI; KLÜBER, 2014), ela ainda não é uma prática tão comum nas

escolas. Isso ocorre, principalmente, por uma série de resistências e de obstáculos para o desenvolvimento de atividades dessa natureza (SILVEIRA; CALDEIRA, 2012).

Assim, estabeleci que a escolha se daria a partir de meu conhecimento sobre professores que normalmente utilizavam a modelagem matemática como prática em suas aulas. Desse modo, selecionei, inicialmente, três docentes: dois deles professores com os quais eu já havia trabalhado anteriormente; e uma professora que já havia participado como sujeito, numa pesquisa, desenvolvida por uma colega, sobre modelagem na educação matemática

Dos três professores inicialmente cogitados, o que mais se adequava aos critérios estabelecidos e supracitados era o professor Henrique, que lecionava matemática no colégio técnico *Lavigne*<sup>36</sup>, de Belo Horizonte. Desse modo, fiz meu convite a esse docente que, para minha felicidade, aceitou de prontidão participar deste trabalho como sujeito de pesquisa.

A partir do aceite informal do professor Henrique para participar da pesquisa, pedi a ele que assinasse o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de Pesquisa (TCLE)<sup>37</sup> confirmando a resposta dada anteriormente. Além disso, solicitei a permissão do diretor do colégio Lavigne para a realização da coleta e da produção dos dados, a qual também foi aceita a partir da assinatura do Termo de Anuência<sup>38</sup>.

Sobre o professor Henrique, é possível destacar sua atuação como professor de matemática desde a década de 2000, quando se formou em Licenciatura em Matemática, e sua experiência comprovada com a modelagem matemática, tanto no âmbito acadêmico quanto no âmbito educacional. Henrique possui mestrado e doutorado com estudos voltados para a modelagem matemática na educação matemática e, a partir dos seus trabalhos, é possível perceber seu envolvimento constante com práticas de modelagem matemática na perspectiva socio-crítica.

A partir de acordos feitos com o professor Henrique, os quais serão melhor explorados no próximo capítulo desta dissertação, definimos que uma atividade de modelagem matemática nos moldes do caso 3 de Barbosa (2004) seria desenvolvida para a coleta e para a produção de dados da pesquisa. A prática, então, foi realizada em duas turmas, de cursos técnicos diferentes – Mecânica e Meio Ambiente – em que o Henrique lecionava.

---

<sup>36</sup> Tanto o nome do professor quanto o nome da instituição são fictícios para garantir o anonimato de ambos.

<sup>37</sup> O TCLE, aprovado pelo CEP/UFMG N° 80290117.0.0000.5149, está disponível no apêndice B, ao final desta dissertação.

<sup>38</sup> Disponível no apêndice C, ao final desta dissertação.

A turma MEC<sup>39</sup> era constituída por estudantes do 1º ano do ensino médio técnico que cursavam Mecânica. O grupo de estudantes era composto, majoritariamente, por homens e tinha um número elevado de alunos, algo próximo de quarenta pessoas. O comportamento e o envolvimento dos estudantes com as atividades cotidianas eram considerados satisfatórios por Henrique, porém a turma apresentava um alto nível de desconcentração, o que fazia com que as aulas se tornassem, por vezes, muito barulhentas. Em alguns momentos, Henrique precisava alterar o tom de voz ou até parar o andamento da aula por minutos esperando algum tipo de compreensão dos alunos.

Já a MEA era composta por estudantes do 2º ano do ensino médio técnico que cursavam Meio Ambiente. Ao contrário da MEC, essa turma apresentava um número menor de alunos, aproximadamente 30, e era mais equiparada com relação ao número de homens e de mulheres. O grupo de estudantes da MEA apresentava, de acordo com Henrique, um ótimo envolvimento com relação ao desenvolvimento de atividades. O comportamento desses alunos também era bastante satisfatório e Henrique raramente precisava chamar a atenção dos alunos, ou pedir silêncio. Em geral, eles se destacavam muito pelo comprometimento com as aulas de Henrique, seja durante o desenvolvimento da prática de modelagem ou durante as aulas regulares.

### **3.4. CRONOGRAMA E O *DESIGN* EMERGENTE DA PESQUISA**

A pesquisa de campo foi realizada a partir da definição, junto com o professor Henrique, da data de sua disponibilidade para me receber em suas aulas. Essa definição foi feita em uma conversa realizada com o professor Henrique no dia 10/04/2018. Foram utilizados gravadores de voz e o caderno de campo para registrar os dados provenientes dessa conversa. Acordamos que o desenvolvimento da atividade de modelagem se daria na segunda metade do primeiro semestre de 2018. Definimos, também, que as aulas com desenvolvimento da modelagem não aconteceriam logo no dia da minha chegada, já que um acompanhamento inicial das aulas regulares era parte do planejamento.

Assim, no dia 19/04/2018 e no dia 20/04/2018, fui apresentado aos alunos das turmas MEA e MEC, respectivamente. Durante minha apresentação, expliquei aos estudantes os motivos pelos quais eu acompanharia as aulas de matemática a partir daquele dia e, depois de apresentar alguns detalhes sobre a pesquisa e a participação desses estudantes, fiz um pedido

---

<sup>39</sup> Para facilitar a identificação das turmas, utilizarei os códigos MEC e MEA para indicar as turmas dos cursos de Mecânica e Meio Ambiente respectivamente.

formal para gravá-los e utilizar as transcrições provenientes destas gravações. A solicitação foi feita por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), para alunos com mais de dezoito anos, e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)<sup>40</sup> para aqueles com menos de dezoito anos.

A partir deste dia, deixei a câmera desligada, mas posicionada em ponto estratégico da sala de aula, para criar um costume nos estudantes a respeito das filmagens.

Nos dias 27/04/2018 e 11/05/2018, aconteceram as primeiras aulas<sup>41</sup> com desenvolvimento da atividade de modelagem nas turmas MEC e MEA respectivamente. Essas aulas foram dedicadas à escolha do tema de investigação pelos alunos. Apenas a filmagem e o caderno de campo foram utilizados como procedimento de coleta de dados durante esses dias, pois os estudantes, inicialmente, não estavam divididos em grupos, o que dificultava o posicionamento de gravadores de voz na sala. Nesses dias, Henrique também orientou os alunos para a produção de um trabalho escrito relacionado ao tema escolhido por eles.

Nos dias 22/05/2018 e 21/06/2018, as aulas foram dedicadas à formulação do problema ou objetivo da atividade de modelagem. Para esses encontros, Henrique separou um tempo específico para conversar com cada um dos grupos que foram formados nas aulas anteriores. As orientações foram passadas a partir do trabalho escrito produzido pelos alunos a respeito do tema escolhido por cada grupo para a pesquisa inicial e dos questionamentos dos estudantes. Nessas aulas, foram utilizadas filmadoras, gravadores de voz e caderno de campo como instrumentos de registros dos dados. As filmadoras foram colocadas em pontos estratégicos da sala, que permitiam uma visão geral dos estudantes e do professor. Os gravadores de voz, por sua vez, foram inseridos no espaço de cada um dos grupos.

No dia 29/06/2018, parte da aula da MEA foi dedicada ao desenvolvimento da etapa de matematização. Nesse dia, os estudantes, em grupos, deram continuidade à atividade de modelagem realizando algumas coletas de dados e se dedicando à inserção de elementos matemáticos para solucionar o problema já definido. Nesse encontro, foram utilizados filmadora, gravadores de voz e caderno de campo como instrumento de registro dos dados. Assim como nos últimos dois encontros, a filmadora foi posicionada em lugar estratégico e cada grupo ficou com um gravador de voz.

Depois desses primeiros momentos, em que boa parte dos dados para análise já haviam sido coletados e produzidos, a continuidade da atividade ficou comprometida por diversos

---

<sup>40</sup> O TCLE e o TALE para os alunos estão disponíveis nos apêndices D e E, respectivamente, ao final desta dissertação.

<sup>41</sup> Todas as aulas mencionadas nesta dissertação têm duração de 1 hora e 40 minutos.



impasses que foram surgindo durante seu desenvolvimento. O planejamento inicial ainda previa mais duas aulas, no mínimo, para a continuidade da atividade com a etapa de matematização. Entretanto, contratempos como os jogos do Brasil na Copa do Mundo<sup>42</sup> da Rússia e a realização de uma festa junina no colégio fizeram com que o professor Henrique tivesse que repensar o planejamento de suas aulas e, conseqüentemente, que eu tivesse que repensar o planejamento da pesquisa.

Enfrentar esses problemas e replanejar a programação inicial é algo que a literatura já prevê e discute. Para Moreira (2002), por exemplo, a pesquisa qualitativa possui uma flexibilidade na conduta do estudo, fazendo com que os planos pensados *a priori* sofram algumas alterações ao longo da pesquisa. Nessa mesma direção, Alves-Mazzotti (1999) afirma que o planejamento de pesquisas qualitativas não admite regras inflexíveis, aplicáveis a uma ampla gama de casos (p. 147). Essa não admissão faz com que cada planejamento seja único, possuindo características próprias.

Com relação à flexibilidade, entende-se que os planos metodológicos podem sofrer mudanças ao longo da pesquisa, fazendo com que sua execução seja alterada, dependendo das demandas do campo. Essa característica é chamada por Alves-Mazzotti (1999) e Araújo e Borba (2017) de *design* emergente. Para Alves-Mazzotti (1999),

o termo ‘design’ corresponde ao plano e às estratégias utilizadas pelo pesquisador para responder às questões propostas pelo estudo, incluindo os procedimentos e instrumentos de coleta, análise e interpretação dos dados, bem como a lógica que liga entre si diversos aspectos da pesquisa (p. 147).

Nessa perspectiva, afirmar que o *design* de uma pesquisa é emergente é o mesmo que dizer que “ele vai sendo construído à medida que a pesquisa se desenvolve e seus passos não podem ser rigidamente determinados *a priori*” (ARAÚJO; BORBA, 2017, p. 35).

A partir das demandas do campo e do replanejamento de aulas feito por Henrique, estudei a utilização de uma estratégia que possibilitasse a continuidade da atividade. Inspirado por outros trabalhos, realizados por colegas do grupo de pesquisadores do qual faço parte (ROCHA, 2015; MELILLO, 2017), sugeri ao professor Henrique que utilizássemos o aplicativo

---

<sup>42</sup> Em anos de Copa do Mundo, é comum que, nos dias (ou nos períodos) em que a seleção brasileira esteja jogando, as aulas nas escolas sejam canceladas. Esses cancelamentos aconteceram em 2018 abrangendo algumas aulas do professor Henrique e afetando partes do desenvolvimento da atividade de modelagem.

do *WhatsApp*<sup>43</sup> para desenvolver o restante da atividade, já que encontros presenciais não seriam mais possíveis com as duas turmas.

O desenvolvimento das atividades no *WhatsApp* seguiria os moldes do que já estava sendo feito em sala. Cada um dos grupos criaria um grupo de conversas no aplicativo, o que permitiria a interação entre os participantes. Além disso, cada grupo deveria incluir o professor Henrique e a mim nos grupos para que pudéssemos acompanhar o desenvolvimento das tarefas. O professor orientou os alunos para que eles utilizassem os grupos para conversar, discutir, estudar e desenvolver a atividade e que ele ficaria sempre atento para possíveis intervenções. Os estudantes também poderiam utilizar o grupo para tirar dúvidas a respeito de qualquer etapa do andamento da atividade. A interação no grupo poderia se dar por meio de textos escritos, áudios e envio de arquivos como fotos, vídeos ou documentos.

Desse modo, todas as formas de interação entre os estudantes e entre os alunos e o professor realizadas via *WhatsApp* também foram incorporadas ao conjunto inicial de dados desta pesquisa.

O quadro 3 a seguir apresenta o cronograma da pesquisa para as duas turmas, com destaque para os encontros em que houve desenvolvimento da atividade de modelagem.

**Quadro 3** – Cronograma de pesquisa das turmas MEC e MEA

<b>TURMA</b>	<b>DATA</b>	<b>ACONTECIMENTO</b>
—	10/04/2018	<b>Conversa com o professor Henrique</b>
MEC	20/04/2018	<b>Apresentação do pesquisador aos alunos e distribuição dos TCLEs e TALEs e aula regular de matemática</b>
	24/04/2018	Aula regular de matemática
	27/04/2018	<b>Início dos projetos de modelagem: escolha do tema</b>
	01/05/2018	Feriado
	04/05/2018	Aula regular de matemática
	08/05/2018	Não houve aula

<sup>43</sup> O *WhatsApp* é um aplicativo multiplataforma de mensagens instantâneas e chamadas de voz para smartphones. Além de mensagens de texto, os usuários podem enviar áudios, imagens, vídeos e documentos em PDF, além de fazer ligações grátis por meio de uma conexão com a internet (WHATSAPP, 2019).

	11/05/2018	<b>Comentários do professor Henrique sobre o envio dos trabalhos escritos a respeito da escolha do tema da atividade de modelagem</b>
	15/05/2018	Aulas regulares de matemática
	18/05/2018	
	22/05/2018	<b>Continuação dos projetos de modelagem: formulação do objetivo ou justificativa e retorno dos trabalhos</b>
	24/05/2018	<b>Criação dos grupos de <i>WhatsApp</i></b>
	De 24/05/2018 a 31/07/2018 <sup>44</sup>	<b>Desenvolvimento da atividade nos grupos do <i>WhatsApp</i></b>
MEA	19/04/2018	<b>Apresentação do pesquisador aos alunos e distribuição dos TCLEs e TALEs</b>
	20/04/2018	Aulas regulares de matemática
	26/04/2018	
	27/04/2018	
	03/05/2018	
	04/05/2018	
	10/05/2018	Não fui ao colégio Lavigne
	11/05/2018	<b>Início dos projetos de modelagem: escolha do tema</b>
	De 17/05/2018 a 15/06/2018	Aulas regulares de matemática
	21/06/2018	<b>Continuação dos projetos de modelagem: formulação do objetivo ou justificativa e retorno dos trabalhos</b>
	22/06/2018	Aulas regulares de matemática

<sup>44</sup> O professor Henrique estipulou que os alunos poderiam continuar o desenvolvimento do trabalho durante as férias escolares de julho de 2018 caso desejassem.

	28/06/2018	
	29/06/2018	<b>Continuação dos projetos de modelagem: matematização</b>
	05/07/2018	<b>Criação dos grupos de <i>WhatsApp</i></b>
	De 06/07/2018 a 31/07/2018	<b>Desenvolvimento da atividade nos grupos do <i>WhatsApp</i></b>

Fonte: próprio autor.

### 3.5. SELEÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS EMPÍRICOS

Aspecto comum às pesquisas com uma abordagem qualitativa (ALVES-MAZZOTTI, 1999), a pesquisa de campo desta dissertação gerou um grande volume de materiais e de dados para a análise. Portanto, faz-se necessário estabelecer um processo de organização e de compreensão dos dados na busca por identificar dimensões, categorias, tendências, padrões e/ou relações que ajudem a responder à pergunta diretriz deste trabalho.

Segundo Alves-Mazzotti (1999),

este é um processo complexo, não-linear, que implica um trabalho de redução, organização e interpretação dos dados que se inicia já na fase exploratória e acompanha toda a investigação. À medida que os dados vão sendo coletados, o pesquisador vai procurando tentativamente identificar temas e relações, construindo interpretações e gerando novas questões e/ou aperfeiçoando as anteriores, o que, por sua vez, o leva a buscar novos dados, complementares ou mais específicos, que testem suas interpretações, num processo de “sintonia fina” que vai até a análise final. (p. 170).

Desse modo, após o fim da coleta dos dados, os vídeos, as gravações de voz e os materiais provenientes das conversas no *WhatsApp* foram agrupados para compor o *corpus* de materiais para análise. As falas dos vídeos e das gravações foram transcritas seguindo a estratégia de Lima (2015), já apresentada nesta dissertação, e os eventos críticos foram selecionados a partir das intervenções do professor Henrique.

Posteriormente, essa seleção de dados foi organizada a partir da intervenção do professor em três etapas do desenvolvimento da atividade de matemática: escolha do tema, formulação do problema ou objetivo e matematização<sup>45</sup>.

Os dados selecionados foram submetidos à avaliação de um grupo de pesquisadores, que, colaborativamente, sugeriram alternativas e caminhos para a análise dos dados. Essa avaliação por outros pesquisadores se aproxima do que Denzin (1978 *apud* Alves-Mazzotti, 1999) denomina *triangulação de investigadores*. A triangulação de procedimentos é um método utilizado por pesquisadores para aumentar a credibilidade de uma pesquisa, fazendo com que um mesmo ponto possa ser investigado de diversas maneiras (ALVES-MAZZOTTI, 1999). Na triangulação de investigadores, o trabalho desenvolvido por um pesquisador é submetido à avaliação de outros pesquisadores para construir a análise dos dados. No caso desta dissertação, podemos dizer que o trabalho foi submetido a uma (*pseudo-*) triangulação de investigadores, já que, apesar de todos os capítulos, incluindo parte do conjunto de dados, terem sido lidos e avaliados pelo grupo de pesquisadores do qual faço parte, as ideias, escolhas e conclusões produzidas neste trabalho serem de minha inteira responsabilidade. O objetivo das avaliações pelos pares, no caso desta dissertação, era ter a colaboração de diferentes visões para o produto final, sem que essas ideias ultrapassem os entendimentos do pesquisador principal.

No próximo capítulo, no qual descrevo e analiso os dados da pesquisa, os trechos provenientes das filmagens, das gravações de voz, do caderno de campo e das conversas do *WhatsApp* foram organizados em quadros para facilitar sua localização e sua identificação. Cada quadro possui um código que indica o instrumento utilizado para o registro do dado, o número identificador do trecho, a turma na qual o trecho foi coletado e o grupo da atividade em que a fala aconteceu. A figura 6, abaixo, apresenta uma identificação-exemplo.

A legenda para os instrumentos de registro de dados é: A (gravações de voz em áudio); C (anotações do caderno de campo); V (filmagens em vídeo); e W (material oriundo do *WhatsApp*). Para as turmas, a legenda é simples e segue a separação já feita, na qual MEC indica a turma de Mecânica, MEA indica a turma de Meio Ambiente e, um terceiro caso, CONV, que indica conversas entre o professor Henrique e eu.

---

<sup>45</sup> Mais detalhes sobre a escolha de separar a análise por etapas da atividade de modelagem serão fornecidos no próximo capítulo.

**Figura 6** – Exemplo de código dos trechos selecionados para análise



Fonte: próprio autor.

Os números dos grupos serão apresentados no próximo capítulo, no momento em que os alunos fizerem essa separação.

– CAPÍTULO IV –

## O DESENVOLVIMENTO DO AMBIENTE DE MODELAGEM: UMA ANÁLISE A PARTIR DAS INTERVENÇÕES DO PROFESSOR

**Carlos:** Professor, o que você nos aconselha a fazer para que o trabalho siga rumo a frase que escolhemos?

**Henrique:** A referência que vocês encontraram possui 557 páginas, e ela é uma só! Tenham em mente que encontrarão uma quantidade praticamente infinita de informação. Não se percam do objetivo traçado.

Neste capítulo, descrevo e analiso as intervenções do professor Henrique ao longo do desenvolvimento da atividade de modelagem matemática a partir de três etapas: escolha do tema, formulação do problema e matematização. Para isso, na primeira seção, descrevo como se deu a criação do ambiente de modelagem a partir de uma conversa anterior à pesquisa de campo com o professor Henrique. Na segunda seção, apresento a estrutura de descrição e análise dos dados. Nas três seções seguintes, 4.3, 4.4 e 4.5, descrevo e analiso os dados a partir das etapas da modelagem de escolha do tema, de formulação do problema ou objetivo e de matematização, respectivamente. Na sexta e última seção, realizo um segundo nível de análise a partir dos dados apresentados nas seções anteriores.

### 4.1. OS PRIMEIROS PASSOS PARA A CONSTRUÇÃO DO AMBIENTE DE MODELAGEM

A pesquisa aqui descrita foi realizada com duas turmas do ensino médio técnico do colégio Lavigne de Belo Horizonte, Minas Gerais. Nessa parte inicial da descrição dos dados, na qual apresento como o ambiente de modelagem foi criado e como foram as primeiras interações entre professor e alunos, farei a descrição dos acontecimentos nas duas turmas

separadamente. Essa separação dos dados relativos a cada uma das duas turmas em subseções diferentes foi feita a fim de tentar organizar a análise e a descrição dos dados de uma forma mais compreensível. Tal escolha, como ficará mais claro posteriormente, se deve ao fato de que o desenvolvimento da atividade, mesmo tendo sido feito de maneira semelhante nas duas turmas, apresenta particularidades que justificam sua separação. Deixarei sempre explícita a origem – com relação às turmas – dos dados apresentados.

O ambiente de modelagem foi desenvolvido concomitantemente às aulas regulares de matemática. Desse modo, em algumas aulas, o professor Henrique dava seguimento ao conteúdo previsto na ementa e no planejamento dos cursos; em outras, discutia detalhes a respeito das atividades de modelagem desenvolvidas pelos alunos. Em aulas específicas, as duas propostas aconteciam no mesmo dia. Independentemente da proposta, acompanhei todas as aulas de matemática do professor Henrique<sup>46</sup>. Neste ponto, acredito ser importante comentar que esse acompanhamento constante foi positivo para que eu pudesse entender melhor aspectos pontuais da atuação do docente e para fazer com que minha presença em sala fosse se tornando cada dia mais natural para os alunos e para o professor.

Minhas presença e atuação durante a pesquisa de campo, bem como parte do desenvolvimento do ambiente de modelagem, foram pensadas em conjunto com o professor Henrique. Esse planejamento compartilhado se deu em uma conversa, anterior a minha chegada à sala de aula propriamente dita, realizada no colégio Lavigne, no dia 10 de abril de 2018. Nessa conversa, foram utilizados dois gravadores de voz e o caderno de campo para anotações. As falas provenientes desse diálogo foram posteriormente transcritas na íntegra e arquivadas em uma pasta com arquivos para compor o *corpus* de dados desta pesquisa.

Nessa reunião, apresentei algumas necessidades pessoais para garantir que a execução da pesquisa estivesse o mais próximo possível do que estava planejado no projeto de pesquisa. Em um primeiro momento, Henrique me apresentou a escola e a sala destinada aos professores de matemática do colégio e conversamos sobre as turmas nas quais ele lecionava. O professor me disse que, como havia acabado de chegar ao colégio, por meio de uma transferência, algumas coisas ainda estavam por se definir, como o horário definitivo de uma das turmas. Portanto, a pesquisa não poderia se iniciar naquele exato momento. Além disso, Henrique também me mostrou seu quadro de horários definido até então (ver Quadro 4) com as quatro turmas que estavam sob sua responsabilidade naquele momento.

---

<sup>46</sup> Ver cronograma na seção 3.4 do capítulo 3 desta dissertação.



Inicialmente, meu planejamento era fazer a pesquisa em todas as turmas que o professor Henrique estivesse lecionando. Nesta conversa, contudo, ele disse que seria impossível meu acompanhamento nas aulas das turmas X e Y. A turma X, do n-ésimo ano, era uma classe sem professor de matemática e ele estava provisoriamente lecionando para aqueles alunos. Como não havia garantia de que o trabalho com modelagem pudesse continuar, julgamos que seria melhor não realizar a pesquisa naquela turma em específico. Já a Y, do m-ésimo ano, era uma turma que havia ficado sem professor de matemática durante os primeiros meses do ano, até a chegada de Henrique. Assim, a turma apresentava um atraso grande em relação ao conteúdo programado para aquele ano letivo. Nesse sentido, Henrique disse que ainda estava tentando organizar as coisas com os alunos daquela classe. Além disso, havia uma cobrança por meio da direção da escola para que as aulas da turma Y seguissem um ritmo mais acelerado a fim de que o conteúdo de todas as turmas estivesse alinhado. Levando em consideração todas as informações apresentadas, decidimos que o melhor seria realizar a pesquisa nas turmas MEC (do 1º. ano) e MEA (do 2º. ano).

**Quadro 4** – Horário de aulas de matemática das turmas do professor Henrique

<b>HORÁRIO</b>	<b>SEGUNDA</b>	<b>TERÇA</b>	<b>QUARTA</b>	<b>QUINTA</b>	<b>SEXTA</b>
07h00 – 07h50	—	—	—	Turma Y	Turma X
07h50 – 08h40	—	—	—	Turma Y	Turma X
08h40 – 09h30	—	Turma X	—	<b>MEA</b>	<b>MEC</b>
INTERVALO					
09h50 – 10h40	—	Turma X	—	<b>MEA</b>	<b>MEC</b>
10h40 – 11h30	—	<b>MEC</b>	—	—	<b>MEA</b>
11h30 – 12h20	—	<b>MEC</b>	—	—	<b>MEA</b>
INTERVALO					
13h00 – 13h50	—	—	—	—	Turma Y
13h50 – 14h40	—	—	—	—	Turma Y

Fonte: Anotações do caderno de campo.

A turma MEC, como já foi apontado, era constituída por um grupo de aproximadamente 40 alunos, composta por estudantes do 1º ano do ensino médio técnico que cursavam mecânica.

Já a turma MEA, possuía aproximadamente 30 alunos, e era composta por estudantes do 2º do ensino médio técnico que cursavam Meio Ambiente.

Combinamos que a atividade, então, seria aplicada nas duas turmas (MEC e MEA) e que o ambiente de modelagem desenvolvido por Henrique corresponderia ao caso 3 de Barbosa (2004)<sup>47</sup>. Nesse caso, os alunos se responsabilizam por todas as etapas da atividade e o professor atua como orientador no processo de modelagem. Dessa forma, a análise a partir das intervenções do professor começaria no momento da escolha do tema.

Henrique ainda acrescentou que pretendia desenvolver a atividade nas duas turmas de maneira distinta. Em nossa conversa, ele disse que, mesmo sendo no caso 3, sua atuação levaria em consideração alguns aspectos *a priori*, como pode ser constatado na transcrição abaixo de um dos momentos de nossa conversa.

Henrique e eu conversávamos sobre o desenvolvimento da atividade de modelagem nas turmas MEA e MEC.

**Henrique:** [...] na de MEA, que eles já viram mais conteúdos, eu quero uma atividade de modelagem muito mais aberta.

**Pesquisador:** Para as minhas intenções, tem que ser aberta. Quanto mais aberta, melhor!

**Henrique:** Na MEC, vai ser uma... eu quero fazer muito uma [atividade] induzindo muito para cair em função.

**Pesquisador:** E não tem como você fazer uma [atividade], induzindo para cair em função, sendo aberta?

**Henrique:** Quando eu falo [em atividade] aberta, eu falo aberta em tudo. Até [em] qual conteúdo [os estudantes] vão usar. Porque, como já é uma turma de segundo ano, eles já têm um pouco mais de bagagem matemática para recorrer a qualquer coisa...

**Pesquisador:** A sua atuação é o que eu vou analisar. É isso que é interessante para mim. [...] A única coisa que eu preciso é que essa atividade esteja no caso 3, ou seja, que eles [os estudantes] participem desde o início.

**Henrique:** Eu faço muita questão que eles [os estudantes] escolham o tema.

<sup>47</sup> Ver quadro 2, na subseção 1.3.1, do capítulo 1 desta dissertação.

**Pesquisador:** Então ótimo!

**Henrique:** Já foi muito diferente um dia, mas hoje eu faço questão [que eles escolham o tema]. Na MEC, eu vou deixar eles escolherem o tema, mas eu vou atuar mais na formulação da questão, tentando vislumbrar uma questão [na qual] a resposta dela caia em um modelo de função. A MEA não. Eu vou deixar eles mais livres também para formular a questão não importando para qual rumo que vai.

A01CONV, 10/04/2018

Como parte da conversa com o professor Henrique, combinamos que eu começaria a assistir as aulas de ambas as turmas a partir do dia 19/04/2018.

#### **4.2. ESTRUTURA DE DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS E PRIMEIRAS INTERPRETAÇÕES A PARTIR DAS ORIENTAÇÕES DO PROFESSOR HENRIQUE**

Antes de começar a descrever a parte empírica da pesquisa, com a apresentação dos dados produzidos durante o tempo em que estive observando a prática do professor Henrique, gostaria de apresentar mais detalhes a respeito da estrutura desta seção. Para facilitar a análise e a compreensão dos dados, organizarei o texto, nas seções que seguem, em três partes: em 4.3, as intervenções do professor durante a escolha do tema; em 4.4, as intervenções do professor durante a formulação do problema ou objetivo; e em 4.5, as intervenções do professor durante a matematização. Tal separação não é arbitrária e se justifica por dois motivos.

O primeiro deles diz respeito ao tratamento que os textos sobre os fundamentos da modelagem dão ao desenvolvimento da atividade. Como já foi abordado anteriormente, no capítulo 1 desta dissertação, diversos pesquisadores apontam certas etapas ou momentos durante o processo de se modelar matematicamente em sala de aula. Para Barbosa (2004), por exemplo, é possível destacar a formulação do problema, a simplificação, a coleta de dados e a solução. Burak (2004), por sua vez, caracteriza a modelagem pelas etapas de escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução do problema e o desenvolvimento da matemática relacionada ao tema e análise crítica da solução.

Dessa forma, é possível notar que dividir o desenvolvimento de uma atividade de modelagem em etapas ou momentos não caracteriza nenhuma novidade para o campo, sendo

essa uma prática comum. Nesse sentido, a decisão de dividir a análise dos dados aqui proposta condiz com o que já vem sendo trabalhado na literatura da área.

Além disso, os três momentos elencados – escolha do tema, formulação do problema ou objetivo e matematização – podem ser encontrados em todos os estudos discutidos no capítulo 1 desta dissertação (BARBOSA, 2004; BURAK, 2004; BASSANEZI, 2002; BORROMEO FERRI, 2006).

Outro motivo que justifica a escolha por analisar a intervenção nessas três etapas tem relação direta com os critérios de avaliação estabelecidos pelo professor Henrique para a prática de modelagem com seus alunos. Em uma folha de orientação<sup>48</sup> enviada aos alunos após a escolha do tema, feita por eles<sup>49</sup>, Henrique dividiu a avaliação da atividade de modelagem em cinco etapas: (i) escolha dos temas; (ii) formulação do problema ou objetivo; (iii) matematização; (iv) relatório final; e (v) apresentação oral. Cada uma dessas etapas seria avaliada em uma certa quantidade de pontos que, somados, comporiam a pontuação final da atividade.

Observa-se, na folha de orientação, uma série de informações referentes à atividade de modelagem como pontuação atribuída a cada etapa, prazo de entrega e explicações sobre o que cada etapa significa. Dessa maneira, é possível compreender como o professor Henrique entende cada uma dessas tarefas. Para ele, por exemplo, a formulação do problema ou objetivo pode ser entendida como

[...] uma frase, que pode ser uma pergunta a ser respondida ou um objetivo a ser alcançado pelo grupo. Por exemplo: “Qual é o investimento necessário para um país sediar uma copa do mundo?”, ou “Entender as regras para o cálculo do número de deputados federais representando cada Estado brasileiro”.

Excerto da folha de orientação elaborada por Henrique (apêndice F)

Henrique também informa os alunos que os exemplos são apenas sugestões e que eles têm total liberdade para escolherem seus próprios problemas de pesquisa.

Na mesma folha com orientações sobre a atividade de modelagem matemática, Henrique tece comentários sobre a etapa de matematização.

<sup>48</sup> Ver apêndice F ao final desta dissertação.

<sup>49</sup> Todos os aspectos referentes à escolha do tema de pesquisa feita pelos alunos serão trabalhados com detalhes ainda neste capítulo. Por enquanto, basta saber que, no momento em que os alunos receberam a folha com as orientações, eles já haviam realizado essa primeira etapa do trabalho.

[Etapa na qual] a matemática ganhará destaque. Para abordar o problema formulado, vocês deverão utilizar conceitos, ferramentas, linguagem, representação ou raciocínio matemático.

Excerto da folha de orientação elaborada por Henrique (apêndice F)

Seguindo a organização proposta pelo professor Henrique, a atividade foi dividida nas cinco etapas mencionadas anteriormente. Entre elas, selecionei três – escolha do tema, formulação do problema ou objetivo e matematização – para conduzirem a análise apresentada neste capítulo. As duas etapas não selecionadas – relatório final e apresentação oral – foram desconsideradas por razões relativas ao desenvolvimento desta pesquisa. Essas etapas compõem a parte final do trabalho de modelagem. No relatório final os alunos deveriam expor, na forma de um texto, detalhes sobre o desenvolvimento do trabalho. De acordo com a folha de orientação,

O relatório [final] deverá conter a introdução (escolha dos temas), o processo e a justificativa para o problema formulado, a matematização e as conclusões, além de elementos técnicos indispensáveis, como capa, sumário e referências.

Excerto da folha de orientação elaborada por Henrique (apêndice F)

Desse modo, durante o relatório final, os alunos deveriam apresentar uma síntese do processo de modelagem desde a escolha dos temas até as conclusões formuladas pelo grupo. Como essa etapa não previa interação entre professor e alunos, não seria possível analisar intervenções do professor.

A etapa de apresentação oral previa uma apresentação dos caminhos seguidos pelos grupos durante todo o processo de realização da atividade de modelagem. Por motivos pessoais que fugiram a meu controle na época da pesquisa de campo, esse foi o único momento da atividade que eu não pude acompanhar. Desse modo, não possuo dados provenientes dessa etapa.

Assim, nas seções que seguem, apresentarei alguns trechos selecionados e construídos a partir do conjunto de dados produzidos durante a pesquisa de campo. Os trechos foram selecionados com o objetivo de apresentar material suficiente para responder à pergunta de pesquisa: *como ocorre o processo de intervenção de um professor em atividades de modelagem matemática?*

Seguindo essa lógica, apenas dados que possuem alguma relevância para essa pesquisa serão descritos nas próximas seções, já que a quantidade de informação coletada durante toda

a observação é grande. A apresentação dos trechos seguirá uma lógica cronológica fazendo com que a compreensão do contexto geral no qual eles se inserem seja facilitada.

### **4.3. AS INTERVENÇÕES DO PROFESSOR DURANTE A ESCOLHA DO TEMA**

Os dados apresentados nas subseções que seguem são provenientes de duas aulas realizadas nos dias 27/04/2018 e 11/05/2018, nas turmas MEC e MEA, respectivamente, nas quais o professor Henrique deu início aos trabalhos com a atividade de modelagem. As aulas foram gravadas em vídeo e em áudio e os trechos selecionados refletem os momentos em que foi possível identificar alguma intervenção (a partir da compreensão construída ao final do capítulo 2, desta dissertação) do professor no andamento da atividade.

Para facilitar a descrição e a análise dos dados, separei a apresentação dos trechos produzidos de cada turma e, durante a descrição dos dados, faço análise local das intervenções observadas durante o momento de escolha dos temas da atividade de modelagem pelos alunos.

Antes de seguir, porém, é importante informar que todos os alunos, de ambas as turmas, sem exceção, estavam participando pela primeira vez de uma atividade de modelagem matemática. Ao serem questionados por Henrique sobre experiências passadas com atividades dessa natureza, nenhum dos alunos se manifestou afirmando ter participado de uma. A única referência que eles tinham é o nome modelagem, o que não exclui a possibilidade de algum deles ter feito uma atividade semelhante a essa, mas que não lhes foi apresentada com esse nome. De qualquer forma, é relevante levar em consideração essa informação, para se naturalizar qualquer tipo de estranhamento por parte dos alunos com relação à atividade.

#### **4.3.1. Descrição e análise dos dados da turma MEC**

A primeira aula com desenvolvimento da atividade de modelagem, na turma MEC, aconteceu no dia 27/04/2018 e, de acordo com detalhes combinados durante conversa prévia com o professor Henrique, a primeira parte da tarefa seria a escolha do tema, tarefa essa que seria desenvolvida em sala com os alunos e orientada por ele.

O professor Henrique iniciou a aula fazendo um convite aos alunos para participar do desenvolvimento deste trabalho sem citar que se tratava de uma atividade de modelagem.

**Henrique:** [...] eu quero começar aqui fazendo um convite para vocês... para fazer um trabalho sobre o que vocês quiserem.

**Vicente:** Pizza [risos dos estudantes].

V02MEC<sup>50</sup>, 27/04/2018

Inicialmente, após a sugestão de Vicente [V02MEC], é possível perceber certa estranheza dos alunos ao convite feito pelo professor sobre o trabalho não ter um tema definido *a priori*. Os alunos inclusive encararam a ideia com pouca seriedade, levando a conversa sobre o tema *Pizza* para outros caminhos, até que Henrique resolveu intervir.

**Henrique:** Vocês vão... eu vou colocar um negócio aqui [escrevendo no quadro branco], mas, assim, eu estou com medo de até me arrepender. Vamos desenhar de pizza um pouco e pensar o seguinte: [...] você tem qualquer tema do mundo que você curte para você estudar e fazer um trabalho sobre isso.

**Danilo:** Que louco!

**Henrique:** Só que eu não falei o que vai ser o trabalho; eu quero só dar uma dica: é de matemática. Nós estamos falando de matemática.

**Danilo:** Faz de futebol.

**Henrique:** Eu já vou escrever 3 coisas aqui que em algum momento alguém falou aí.

V03MEC, 27/04/2018

Percebe-se, nas falas de Henrique [V03MEC], uma urgência em organizar as discussões que se iniciaram a partir do convite feito por ele aos alunos. Quando ele solicitou aos alunos que esquecessem um pouco a discussão a respeito do tema *Pizza* e levou os alunos a se concentrarem nas sugestões de outros temas para a atividade, a intervenção feita por ele se assemelha ao que Leiß e Wiegand (2005) caracterizam como *intervenção relacionada à organização*. Nesse momento, Henrique faz com que os alunos voltem sua atenção ao quadro branco para continuarem o processo de sugestões de tema para a atividade de modelagem.

---

<sup>50</sup> Esse código ainda não corresponde completamente ao modelo apresentado no capítulo 3, pois os grupos não haviam sido formados, não sendo possível ainda a categorização por grupo.

Também é possível notar o momento em que Henrique fala, em forma de dica, como ele mesmo pontua, que o trabalho será de matemática. Essa intervenção demonstra que, mesmo estando aberto a todos os tipos de sugestões dos alunos, ele posiciona a atividade que está sendo desenvolvida como algo da disciplina de Matemática, isto é, em algum momento, a matemática terá que aparecer. Observa-se que essa intervenção possui um caráter *sugestivo*, como apontado por Veronez e Castro (2018).

Henrique seguiu, então, escrevendo no quadro branco as diversas sugestões feitas pelos estudantes, até que, em certo momento, ele interrompeu os alunos e foi possível ver o grupo de temas elencados, como mostra a figura 7 abaixo.

**Figura 7** – Temas sugeridos pelos estudantes da turma MEC

Truco	Concurso	Salários	Pornografia
Games	Comida	Drogas	Preconceito
Música	Cartola F.C.	Imigrantes	Obesidade
Relacionamentos	Futebol	Guerras	Séries
Direitos Humanos	Vingadores	Copa do Mundo	Didática
Políticos	Guerra Infinita	Cotas	Animes
Política	Briga de Galo	Suicídio	

Fonte: Caderno de campo.

Após a interrupção feita por Henrique, ele orientou os alunos com relação ao andamento do processo de escolha de temas.

**Henrique:** Olha só... agora já tem mais tema do que pessoa e a ideia é mais ou menos essa mesma. Pensar em vários temas com a cabeça bem aberta mesmo, porque, nos próximos passos deste trabalho, vocês vão ter que se reunir em grupos e o grupo vai ter que escolher um tema só. Durante as sugestões aí, a mesma pessoa sugeriu cinco, seis temas [...] e a mesma pessoa não vai conseguir fazer um trabalho sobre tantos temas. Outra coisa: dentro do que foi falado, eu ainda agrupei, porque, só sobre futebol, vocês falaram umas 10 coisas diferentes [...], então, esses agrupamentos que eu fiz aqui foi só para escrever um pouco menos no quadro. Mas se eu fosse pegando do jeito que foi falado aí e colocando aqui, daria mais ou menos o dobro do que está aqui no quadro. Então, o que não falta são assuntos que vocês se interessam para discutir alguma coisa sobre o assunto. Alguns que fazem mesmo parte da vida de vocês e outros que vocês têm curiosidade. Eu sei que tem coisas



que alguns falaram aqui que vocês não sabem nada, mas tem curiosidade de saber. E o Matias me perguntou ali: “e o sentido disso?”. Então, o sentido disso vai ser construído aos poucos, mas eu já dei um *spoiler*<sup>51</sup>: já que é uma aula de matemática, vai ser um trabalho de matemática. Em algum momento, a gente vai usar e desenvolver mais conhecimentos matemáticos contextualizados nos temas que vocês vão escolher.

V04MEC, 27/04/2018

Essa fala de Henrique [V04MEC] também se caracteriza como uma intervenção *relacionada à organização* (LEIB; WIEGAND, 2005) da atividade, já que, nesse instante, os estudantes estavam dispersos com relação ao número de sugestão e Henrique chama à atenção o foco que cada grupo deverá dar a apenas um tema a partir dessa tarefa inicial. Percebe-se também um tom de *esclarecimento* (VERONEZ; CASTRO, 2018) sobre o andamento da atividade de modelagem ao mencionar o tema único para cada grupo.

Ao responder Matias e falar sobre o sentido do que eles haviam feito até aquele momento, Henrique prefere não o orientar de maneira *diretiva* (BARBOSA, 2007), responde o aluno de forma *aberta* (BARBOSA, 2007), afirmando que esse sentido iria se construir aos poucos, com a continuidade das tarefas.

Antes, porém, dos alunos darem seguimento à escolha do tema, Henrique interveio e alertou a todos sobre o processo de escolha de grupos em trabalhos de modelagem matemática.

**Henrique:** [...] eu sei que vocês têm as afinidades pessoais de amizades [...] e tal, mas antes de vocês dividirem os grupos, é bom que vocês tenham em mente também uma questão que vocês vão ter que negociar tema. Se não tem acordo [...], vai ter que rever a formação do grupo! Mas eu não vou interferir na formação dos grupos.

V05MEC, 27/04/2018

A intervenção feita pelo professor nesse momento [V05MEC] caracteriza-se por ser uma orientação típica de atividades de modelagem matemática, principalmente na tradição

---

<sup>51</sup> *Spoiler* é um termo em inglês, amplamente utilizado no Brasil, que se refere a algum discurso que revela detalhes a respeito do que vai acontecer no futuro de um enredo qualquer. Nesse caso, o enredo pode ser entendido como o desenvolvimento da atividade de modelagem e o *spoiler* é o fato de que a matemática estará presente em algum momento da atividade.

brasileira (HERMINIO, 2009). Durante o desenvolvimento de atividades de modelagem, o tema da atividade pode ser único para toda a sala ou ser múltiplo, um para cada grupo. Como seria este último caso, Henrique interveio e *sugeri* (VERONEZ; CASTRO, 2018) que os alunos buscassem formar seus grupos tendo em mente a afinidade por temas ao invés da afinidade por amizade. Importante notar, também, que Henrique deixou claro que não interferiria na formação dos grupos.

Após essa orientação sobre a formação dos grupos, o professor Henrique explicou aos alunos que, para o restante da aula, ele precisaria de duas tarefas prontas: os grupos formados, com o nome de todos os componentes, e os temas escolhidos por cada grupo. No quadro 5, abaixo, é possível verificar como se deu a formação de grupos nessa aula<sup>52</sup> e os temas escolhidos na turma MEC.

**Quadro 5** – Formação de grupos da turma MEC

<b>Nome/código do grupo<sup>53</sup></b>	<b>Integrantes</b>	<b>Tema</b>
MEC01	Álvaro, Alan, Vicente e Guilherme	Animes
MEC02	José	Drogas
MEC03	Alice, Gilberto, Jardel, Luiz e Ricardo	Guerra
MEC04	Betânia, Danilo, Manuela, Quitéria e Tainara	Redes Sociais
MEC05	Alberto, Inácio, Iago e Jorge	Esportes
MEC06	Amanda, Jean, Marcelo e Matias	Suicídio
MEC07	Afonso, Augusto, Giovane e Murilo	Games
MEC08	Antônio, César, Dante e Viana	Drogas, Sexo e Música

<sup>52</sup> Nem todos os grupos informaram o tema escolhido ao fim do primeiro dia, mas, por facilidade na apresentação dos dados, não farei diferença entre os grupos que cumpriram a tarefa no primeiro dia e os que não conseguiram finalizá-la. Até mesmo porque logo que possível os alunos trouxeram suas escolhas, de modo a não prejudicar o andamento da atividade.

<sup>53</sup> A partir desse ponto, os códigos dos grupos começarão a compor o código de identificação dos trechos de transcrição.

MEC09	George, Gregório, Heitor, Max e Renan	Jogos de Azar
-------	---------------------------------------	---------------

Fonte: anotações do caderno de campo.

Henrique ainda solicitou que cada grupo elaborasse um texto, de cinco a dez páginas, com uma síntese das discussões feitas a partir da escolha do tema. Nesse texto, cada grupo deveria apresentar uma justificativa para a escolha do tema, a relevância que eles julgavam ter o tópico escolhido, motivos de interesse e informações gerais sobre o tema com o objetivo de ajudá-los na próxima fase do trabalho de modelagem.

Após informar os alunos sobre a elaboração do texto, Henrique notou que um dos grupos de estudantes ainda aparentava estar preocupado com o lugar da matemática no trabalho, o professor interveio e, em comunicação com toda a turma, disse:

**Henrique:** Não se preocupem, nesse primeiro momento, se tem matemática ou não tem, como que a matemática vai entrar, [por]que isso é o nosso próximo passo. O primeiro passo é escrever um negócio legal sobre o tema que vocês quiserem.

V06MEC, 27/04/2018

Essa intervenção [V06MEC], ao contrário daquela observada em V04MEC, tem um caráter mais *diretivo* (BARBOSA, 2007), com uma orientação que não deixa margem para dúvidas dos alunos. Esse mesmo tipo de orientação explícita foi observado por Leiß (2005) ao dizer que professores intervêm com diferentes graus de *direcionamentos espontâneos*. Nesse trecho [V06MEC], Henrique faz o que o autor chama de *instrução inequívoca*, e se afasta daquela intervenção em que o professor faz apontamentos implícitos.

#### 4.3.2. Descrição e análise dos dados da turma MEA

A aula em que a atividade de modelagem se iniciou na turma MEA aconteceu no dia 11/05/2018 e, assim como na turma MEC, o começo do desenvolvimento da atividade de modelagem estabeleceu-se com a escolha do tema, quando os alunos foram convidados pelo professor Henrique a sugerir diversos temas de seus interesses para pesquisar.

**Henrique:** Primeiro de tudo, eu quero que cada um escolha um tema para fazer trabalho; qualquer coisa.

**Douglas:** Relacionado à matemática?

**Henrique:** Não! Tema da sua vida. [...] Sabe o que é qualquer coisa?

V07MEA, 11/05/2018

A intervenção nesse trecho [V07MEA] tem característica *diretiva* (BARBOSA, 2007) e objetiva *esclarecer* (VERNOEZ; CASTRO, 2018) uma dúvida de um dos alunos sobre a sugestão de temas e a matemática. Entretanto, apesar da clareza na informação do professor a respeito das sugestões de temas oriundos da matemática, ideias com essas características ainda foram levantadas pelos alunos. Henrique, então, interveio após a sugestão de uma das alunas.

**Yara:** Circunferência, professor [sugerindo um tema].

**Henrique:** Circunferência? Eu não quero matemática! Não quero tópicos da matéria de matemática!

V08MEA, 11/05/2018

A resposta de Henrique à sugestão de Yara [V08MEA] pode ser lida como uma intervenção *diretiva* (BARBOSA, 2007) e com um grau de *direcionamento* explícito (LEIß, WIEGAND, 2005), ao não deixar dúvidas sobre o tipo de sugestão desejada nessa etapa da atividade. Nessa interação, o professor deixa claro que os temas devem ser oriundos de outras ciências, lugares, interesses que não a disciplina matemática. Tal intervenção entra em consonância com alguns dos fundamentos da própria modelagem matemática. Araújo (2009), por exemplo, aponta que a modelagem é uma tendência da educação matemática que se preocupa em realizar investigações matemáticas de problemas não-matemáticos da realidade. No mesmo seguimento, Barbosa (2006) destaca que uma das principais características de uma atividade de modelagem é que o problema a ser pesquisado precisa ter referência no cotidiano do estudante ou em outras ciências que não a matemática pura. Assim, é possível entender que a intervenção feita por Henrique naquele momento tinha por intuito fazer com que as sugestões dos alunos estivessem adequadas às práticas e características fundamentais de uma atividade de modelagem matemática.

Com o seguimento da tarefa, enquanto observador, foi possível notar que a turma MEA, diferentemente da turma MEC, era mais contida durante a sugestão de temas e Henrique precisou intervir novamente.

**Henrique:** O que eu quero fazer aqui nesse primeiro momento é despertar o interesse de vocês para o tema que vocês quiserem. [...] O trabalho, ele vai ter algumas partes, que eu vou ir explicando ao longo dele, mas a síntese geral do trabalho é que vocês vão fazer uma associação do uso da matemática na vida de vocês (ou na vida em sociedade) [inaudível] e relacionar a matemática com contextos que vocês bem entenderem.

[...]

Vocês vão ver que não é assim: ah, elaborar um problema igual aquele do livro didático com respotinha tal e uma fórmula... é interpretar, é argumentar...

V09MEA, 11/05/2018

Nesse trecho [V09MEA], percebe-se que Henrique procurou incentivar o envolvimento dos alunos para a continuidade da atividade e, diferentemente do que aconteceu na turma MEC, o professor começou a apresentar mais detalhes a respeito do andamento de uma atividade de modelagem para os estudantes da turma MEA. Sem detalhar todos os processos vindouros, Henrique *esclarece* (VERONEZ; CASTRO, 2018), em poucas palavras, o objetivo primordial da atividade na esperança de, acredito eu, fazer com que os alunos se envolvessem mais nesse momento inicial de escolha do tema.

Como consequência natural da intervenção de Henrique, porém, a curiosidade dos alunos se elevou e eles começaram a solicitar mais detalhes a respeito da atividade de modelagem, da matemática e da relação entre elas. Henrique, então, começou a citar alguns exemplos de atividades de modelagem orientadas por ele no passado.

**Henrique:** Um trabalho, por exemplo, que é o seguinte: o grupo queria descobrir – eu não gosto de ficar falando isso não, para não induzir, mas é só para exemplificar – quem venceria uma luta entre o *Coisa* e o *Hulk*<sup>54</sup>. [...] Na época, eles queriam criar

---

<sup>54</sup> *Coisa* e *Hulk* são personagens fictícios das histórias em quadrinhos conhecidos por sua extrema força e por sua alta resistência.

esse confronto e começaram a utilizar quantificadores das características desses caras. [...] No final das contas, [com] os critérios matemáticos que eles criaram, chegaram a duas conclusões paradoxais: uma é que o *Hulk* tem força infinita para bater para o resto da vida e outra é que o *Coisa* tem força infinita para apanhar para o resto da vida e nenhum dos dois conseguiria vencer a luta.

**Luan:** Mas eu não entendi a relação da matemática com isso.

**Henrique:** Então, para chegar nessa conclusão, [...] eles começaram a usar fórmula de física de força, fórmulas envolvendo tempo... e, óbvio, utilizaram a criatividade, que é principal coisa que vocês vão fazer. Vocês vão criar! Vocês não vão pegar algo que exista, sacou?

[...]

Um trabalho que os meninos fizeram foi tentar estimar a energia, em Joules mesmo, com as fórmulas de física, de uma *Genki Dama*<sup>55</sup>. Uma *Genki Dama* equivale, por exemplo, a quantas bombas atômicas?

**Lorena:** Aaaah!

**V10MEA**, 11/05/2018

A intervenção aqui observada [V10MEA] apresenta uma natureza menos *diretiva* (BARBOSA, 2007), já que Henrique *esclareceu* (VERONEZ; CASTRO, 2018) os questionamentos dos alunos sobre a relação da matemática com a atividade de modelagem, mas não intencionou dizer o que os alunos deveriam fazer. Leiß (2005) também observou que as intervenções em atividades de modelagem podem apresentar uma *variedade de métodos* (perguntas, demonstrações, dicas etc.). Nesse caso específico, observamos que Henrique fez uso de exemplos de outras atividades de modelagem matemática para responder às perguntas dos estudantes.

Henrique seguiu orientando os alunos e, a partir desse momento, a conversa tomou um rumo completamente diferente do que já havia acontecido na turma MEC. No trecho abaixo [V11MEA], o professor começou a falar sobre informações a respeito do futuro da atividade,

<sup>55</sup> A *Genki Dama* é um dos poderes de *Goku*, personagem fictício do anime *Dragon Ball Z*. A energia acumulada nesse poder advém da energia vital de vários seres vivos do planeta Terra que doam sua energia para que *Goku* possa reunir certa quantidade de poder. Quanto mais seres vivos emprestam seu poder, maior e mais forte é a energia da *Genki Dama*.

dando detalhes importantes sobre as demais etapas do desenvolvimento do projeto de modelagem.

Ainda sobre a atividade da *Genki Dama*, Henrique acrescenta:

**Henrique:** Só que para isso tudo, usou criatividade; você acha que você vai entrar lá no desenho... no site oficial ou no fã-clube de *Dragon Ball Z* e vai tá escrito uma fórmula de física da *Genki Dama*?

[...]

O que esse grupo fez? Esse grupo supôs o seguinte: na mitologia oriental, [...] tem umas crenças sobre a energia que a pessoa tem, a energia intrínseca ao indivíduo; eles conseguiram chegar numa quantificação dessa energia e, considerando que toda a concentração de energia da *Genki Dama* é extraída de todos os indivíduos do planeta (que o *Goku* consegue pegar aquilo tudo e extrair), quanto que isso daria e compararam com a explosão em Hiroshima e Nagasaki. Um negócio totalmente viajado! Mas olha quanta matemática entrou nisso aí. E foi só matemática? Não foi só matemática, entrou física, entrou literatura e entrou uma parte totalmente lúdica de desenho animado. E é isso que vocês vão fazer!

**Bárbara:** Mas, professor, quando a gente for fazer, a gente vai trabalhar com valores mesmo? Como a gente consegue esses valores?

**Henrique:** Algumas coisas, eles tentaram basear em... tipo esse negócio de mitologia. Mas outros..., a população do planeta é um dado real.

**Gabriela:** Mas pode estimar os valores?

**Henrique:** Olha só, gente, nós estamos falando de energia da *Genki Dama*, como você vai fazer isso sem estimar? Claro que você vai viajar, mas você não pode falar assim... Eu quero estimar quem vai para o segundo turno da eleição e para isso eu vou supor que aqui no colégio 80% das pessoas vão votar na Marina Silva. Você não pode supor isso! Você tem que sair e pesquisar, entendeu? Tem coisas que vocês podem supor, tem coisas que não, aí vocês têm que usar dados reais.

Assim como no trecho anterior [V10MEA], as intervenções efetuadas por Henrique nesse momento [V11MEA] seguem um padrão menos *diretivo* (BARBOSA, 2007). E apesar do uso de questionamentos para responder aos alunos, característica comum às intervenções *abertas* (BARBOSA, 2007), nesse trecho, as perguntas feitas pelo professor têm uma natureza mais retórica. Além disso, os alunos, a partir dos exemplos apresentados por Henrique, começaram a questioná-lo a respeito de outras etapas do desenvolvimento da atividade de modelagem, como a coleta de dados e a matematização, o que faz com que as intervenções aqui observadas também estejam *relacionadas à organização* (LEIß; WIEGAND, 2005) da atividade de modelagem.

Análogo ao desenvolvimento da atividade na turma MEC, Henrique solicitou que os alunos formassem grupos e definissem um tema para o projeto de modelagem.

Para a elaboração do trabalho escrito, os grupos formados na turma MEA e seus respectivos temas estão indicados no quadro 6, abaixo.

**Quadro 6** – Formação de grupos da turma MEA

Nome/código do grupo	Integrantes	Tema
MEA01	Luan, Soraia e Yara	Resistência corporal
MEA02	Jaqueline, Kênia, Leila e Márcio	<i>Phineas e Ferb</i> <sup>56</sup>
MEA03	Bernardo, Débora e Talita	Chocolate
MEA04	Jonas, Douglas, Vitória e Thomas	<i>Dragon Ball Z</i>
MEA05	Alessandra, Agnes e Nicole	<i>Vibranium</i> <sup>57</sup>
MEA06	Ângela, Bárbara, Gabriela, Lorena e Vagner	Volta ao mundo
MEA07	Dênis e Moisés	Tubarões

Fonte: anotações do caderno de campo.

<sup>56</sup> Desenho animado produzido pelos estúdios *Disney* no qual dois irmãos, *Phineas e Ferb*, aproveitam as férias escolares (as férias de verão dos EUA) para criar, inventar e construir as mais mirabolantes ideias.

<sup>57</sup> Material fictício dos quadrinhos caracterizado por sua extrema resistência (o metal é considerado o mais resistente do mundo). Apesar de escasso no mundo, o *Vibranium* é abundante em *Wakanda*, país fictício localizado no continente africano.



Nessa turma, os alunos também deveriam apresentar um trabalho de cinco a dez páginas com informações a respeito do tema escolhido.

#### **4.4. AS INTERVENÇÕES DO PROFESSOR DURANTE A FORMULAÇÃO DO PROBLEMA OU OBJETIVO**

Os dados apresentados nas subseções abaixo são provenientes das aulas realizadas nos dias 22/05/2018 e 21/06/2018, nas turmas MEC e MEA, respectivamente, e de conversas entre professor e alunos no aplicativo *WhatsApp*. Assim como na seção anterior, a sequência de trechos será apresentada em duas subseções, uma para cada turma, para facilitar a descrição e a análise dos dados.

Em ambas as turmas, Henrique orientou os grupos em relação à formulação do problema ou objetivo da atividade de modelagem a partir dos trabalhos que os alunos produziram ao fim da primeira etapa: a escolha do tema. Assim, Henrique teve um momento exclusivo com cada um dos grupos para alinhar a formulação do problema, ouvir dúvidas e organizar outras demandas sobre a continuidade da atividade de modelagem.

##### **4.4.1. Descrição e análise dos dados da turma MEC**

A partir das informações coletadas e apresentadas no trabalho escrito pelos integrantes do Grupo MEC03, cujo tema era Guerra, Henrique, com o intuito de ajudá-los na formulação do problema, conversa com os alunos.

**Henrique:** Para a gente fazer uma abordagem matemática... assim, vocês pegaram várias guerras – vocês falaram até da Guerra de Troia – [...] agora a gente vai chegar no momento de afunilar isso aqui e fazer algumas escolhas. Olhando o trabalho de vocês, eu vi que vocês resolveram fazer um apanhado de guerras ao longo da história. Existem algumas teorias bem consolidadas que associam crescimento econômico mundial com guerras; que, inclusive, períodos de crise profunda sempre

antecedem uma guerra, porque a guerra alavanca novamente a economia mundial... tipo a segunda guerra...

**Alice:** Tipo agora!

**Henrique:** Tipo agora! O que vocês acham de uma tentativa de correlacionar, ao longo da história, índices econômicos e tal – não só os de crescimento; todos os índices econômicos – com as grandes guerras com capacidade para impactar não só a economia, mas a geopolítica e todas as relações...? Me parece que o trabalho de vocês consegue ir para esse lado e, da minha parte, eu consigo ajudá-los a marcar como a matemática vai entrar... mais do que matemática, eu gostaria que entrasse funções. [...] Tá uma boa direção para vocês?

**Gilberto:** Eu acho que sim.

**Aline:** Se não for difícil achar essas coisas de economia.

**Henrique:** Tudo é difícil! [...] Vai pensando nisso aí, então. Associar, ao longo do tempo, índices econômicos com as grandes guerras

**Aline:** Mas aí como é que vai ser?

**Henrique:** Vocês vão pesquisar mais sobre e podem me procurar.

A12MEC03, Grupo Guerra, 22/05/2018

Nesse momento [A12MEC03], assim como já visto em outros momentos [V10MEA, V11MEA], o professor fez uso de perguntas durante o momento da intervenção. No entanto, as perguntas, mesmo não sendo retóricas, não possuem um caráter questionador. A intenção está mais próxima de uma confirmação ou de uma negação das *sugestões* (VERONEZ; CASTRO, 2018) apresentadas por ele. Dessa forma, as intervenções observadas nesse trecho possuem um caráter mais *diretivo* (BARBOSA, 2007). É possível perceber, também, nas falas de Henrique, um desejo de guiar a formulação do problema para algo que possa ser interpretado matematicamente. Além disso, em certo momento, Henrique especifica sua vontade de que o trabalho de modelagem ganhe um tratamento por meio de funções matemáticas.

Essa intervenção do professor Henrique está coerente com seu plano inicial de fazer com o que o trabalho dos alunos caminhasse para uma matematização por função, como ele manifestou em nossa conversa que aconteceu anteriormente à aplicação da atividade. Em A01CONV, Henrique afirma que “na MEC, vai ser uma... eu quero fazer muito uma [atividade]

induzindo muito para cair em função.” (A01CONV, transcrição da conversa com Henrique, 10/04/2018).

Assim, nota-se que essa urgência em direcionar, durante a formulação do problema, que os objetivos sejam elaborados com a possibilidade de serem tratados por meio de funções matemáticas foi uma intervenção pensada por Henrique desde o início da atividade. Desse modo, as intervenções feitas por ele demonstram certo controle do desenvolvimento do ambiente de modelagem.

Ainda que a escolha do tema tenha sido feita pelos alunos, sem a interferência do professor Henrique na decisão final – o que poderia indicar uma dificuldade na direção da atividade de modelagem pelo docente levando-se em consideração suas expectativas –, ele manteve o controle do desenvolvimento da atividade durante suas intervenções.

Silva e Oliveira (2015) observaram que, quando a escolha do tema é feita pelo professor, isso imprime maior controle do docente no andamento da atividade. Com Henrique, acredito que o controle se manteve devido sua experiência com projetos dessa natureza. Até esse momento da atividade, Henrique não havia demonstrado o que Oliveira e Barbosa (2007) chamam de *tensão do próximo passo* em suas intervenções. Mesmo ao responder os questionamentos dos alunos, ele aparentava ter um planejamento bem desenhado a respeito do desenvolvimento das atividades de cada grupo.

Essas observações ficam claras ao analisarmos a intervenção de Henrique durante conversa com os integrantes do grupo MEC04, cujo tema era Redes Sociais.

**Henrique:** Eu tenho duas possibilidades para sugerir para vocês seguirem com o trabalho de vocês, baseado na abordagem que vocês fizeram [no trabalho escrito].

**Quitéria:** Conteúdo matemático?

**Henrique:** Conteúdo matemático para pensar como que a matemática vai entrar também. Mais do que matemático, eu gostaria que ainda aparecesse funções... algum tipo de função.

**Danilo:** Seria mais voltado para o crescimento que se tem das redes sociais.

**Henrique:** Essa é uma coisa.

**Danilo:** A forma como a rede social entra no mundo dos negócios, pela forma do marketing, ações... essas coisas.

**Henrique:** Redes sociais e valores de mercado?

**Danilo:** Exatamente! A marca que, por exemplo, o Facebook tem, as redes sociais mais utilizadas no Brasil, entendeu?

**Henrique:** Então tá...! Assim, dá, porque... Quanto que o Facebook valia em 2010?

**Danilo:** Não faço a mínima ideia

**Henrique:** Também não! Quanto que vale em 2015? Quanto que vale hoje? Ao longo do tempo isso provavelmente vai variar. Será que é uma função quadrática? Será que ela cresce e depois ela decresce? Será que ela é linear? Uma afim?

**Danilo:** Igual, a gente tem redes sociais que tão crescendo mais que o Facebook, que tá entrando em decréscimo.

**Henrique:** Será? Isso é que nós vamos investigar! Número de usuários? Também dá para fazer uma análise desse tipo. Associar valor de mercado e número de usuários? Então, vou sugerir que vocês façam o seguinte: vamos por esse caminho que vocês estão falando aí. [...] Para esse momento, se preparem, então, para coletar dados econômicos e quantitativos de números de usuários e alcance dessas redes.

Manuela, uma das integrantes do grupo, sugeriu ao professor e ao restante do grupo fazer uma análise apenas de alguns países ou só do Brasil. Henrique responde:

**Henrique:** Pode fazer um recorte geográfico do Brasil ou pode fazer uma análise mundial também, mas, assim, se preparem para pegar esses dados e tentar ver se a gente consegue funções que modelam esse comportamento, não só do número de usuários, como também do valor das empresas no mercado.

**A13MEC04, Grupo Redes Sociais, 22/05/2018**

Nesse trecho [A13MEC04], Henrique também interveio na atividade dos alunos de maneira a induzir o tratamento do problema proposto por meio de funções. Ao contrário das intervenções observadas no trecho anterior [A12MEC03], todavia, as ações aqui parecem ter uma natureza menos *diretiva* (BARBOSA, 2007), já que Henrique, mesmo apresentando duas

possibilidades de formulação do problema no início da conversa, a partir das ideias verbalizadas pelos integrantes do grupo, vai adaptando suas *sugestões* (VERONEZ; CASTRO, 2018).

Ainda com um caráter de intervenção *sugestiva* (VERONEZ; CASTRO, 2018), temos o momento em que Henrique conversa com os alunos do grupo MEC05, cujo tema era Esportes, sobre a formulação do problema que será elaborado por eles.

**Henrique:** Vocês fizeram já um olhar quantitativo para esportes, dois tipos diferentes de quantitativos. Dentro de um jogo, questão de pontuação e, dentro de um torneio, a questão da pontuação para determinar classificação. Isso aqui, abre uma brecha para a gente estudar toda e qualquer linguagem matemática de funções, mas não de duas variáveis, precisa de mais variáveis. Por exemplo, você não pode definir a pontuação de um time de futebol americano em número de *touchdowns*, porque tem *touchdowns*, *field goals*, *safetys*, *extra points*, conversões de 2 pontos. Então, são várias variáveis livres determinando uma variável dependente que ela resulta delas todas. Aí eu tenho uma sugestão para vocês: já que vocês tão falando de vários esportes – e como a pontuação pode ser diferente em vários esportes – usar isso como contexto, para a gente estudar linguagem de funções de mais variáveis [...] e também não precisa ser só dentro do jogo, pode ser dentro do campeonato. Por exemplo, como é que você define a pontuação final de um piloto de Fórmula 1 em um campeonato em função do número de vitórias? Não dá! Em função do número de vitórias, do número de segundos lugares, do número de terceiros lugares... é uma variável em função de várias outras. Com isso tudo, dá pra gente fazer um apanhado... uma coletânea de esportes, gerando uma coletânea de fórmulas e apresentar não só características dos esportes, como características matemáticas de linguagens usadas nessas fórmulas. Vocês acham que esse caminho é um caminho interessante para seguir?

**Alberto:** Sim.

**Henrique:** Sugiro que, de cara, vocês vão se informar principalmente sobre esportes mais populares: futebol, vôlei, basquete... Pô, futebol, como que você calcula o placar de um jogo? Aí tudo bem, só tem gol. Não tem outra variável para pontuar. Mas, no *Rugby*, já tem variáveis diferentes para pontuar. No futebol, em compensação, para determinar a pontuação no campeonato, não é uma variável só, são duas, número de vitórias e número de empates. Então pega esses dois lugares:

classificação no campeonato e pontuação no jogo. Tem vários esportes e já vão dando uma olhada nisso. Beleza?

**A14MEC05**, Grupo Esportes, 22/05/2018

Nesse trecho [A14MEC05], Henrique seguiu com intervenções com o intuito de *sugerir* (VERONEZ; CASTRO, 2018) caminhos para o desenvolvimento da atividade. Da mesma forma que em outros trechos desta subseção, observa-se a matematização por funções como o intuito principal do professor durante suas sugestões. Nota-se, ainda, que Henrique se utiliza da apresentação de exemplos (*variando os métodos* (LEIß, 2005)) em suas intervenções como tentativa de clarear suas sugestões.

Durante conversa com integrantes do grupo MEC07, cujo tema era Games, Henrique apresenta algumas possibilidades de direções para a formulação do problema e abordagem na coleta de dados do problema.

**Henrique:** Sobre as possibilidades novas para o trabalho de vocês, eu quero dar duas dicas. Uma das duas, se vocês acharem que vale a pena, é bem prática e bem divertida, digamos assim. Vocês tentarem fazer uma análise (de função) de alguém jogando algum jogo. Analisar a capacidade da pessoa, a habilidade da pessoa; com quantos movimento por segundo ou minuto ela consegue fazer alguma coisa. Por exemplo, no FIFA<sup>58</sup>, ver duas pessoas jogando, analisar duas pessoas jogando, [...] fazer uma análise de toques [no controle do jogo] por minuto ou qualquer coisa que consiga quantificar essa habilidade manual da pessoa jogando e o resultado do jogo em comparação com outra pessoa.

**Afonso:** Como assim?

**Henrique:** Você tá jogando e você tá jogando [apontando para dois dos alunos integrantes do grupo]...

**Augusto:** Será que o analógico<sup>59</sup> conta?

**Henrique:** Será? Critério é seus! Assim, eu tô dando uma ideia bem maluca, não sei aonde vai parar, mas, pensando assim, que o objetivo final de vocês é associar a capacidade quantitativa de manipular o controle com o resultado do jogo, a vitória

<sup>58</sup> Jogo eletrônico multiplataforma de futebol com licença oficial da Federal Internacional de Futebol (FIFA).

<sup>59</sup> Pequena alavanca presente nos controles de videogames.

no jogo. E mostrar isso em termos de função. Não sei como ainda não. Eu tenho que ver para onde isso vai. Mas, como objetivo, isso atende vocês? Parece um objetivo...

**Augusto:** Plausível? Talvez.

[...]

**Henrique:** Então vocês podem comparar jogos. Assim, quanto que esse TPM (toques por minuto)... quanto que o TPM é mais relevante para um tipo de jogo? Para jogo de RPG<sup>60</sup>, isso faz diferença quase nenhuma.

**Afonso:** Ah é! Realmente.

**Augusto:** Para o *Guitar Hero*<sup>61</sup> ia ser [inaudível].

**Henrique:** Para o *Guitar Hero* isso faz muita diferença.

**Afonso:** Então é relacionar toques por minuto com alguma coisa?

**Henrique:** É! Ou comparando jogo com jogo, ou comparando jogador com jogador, ou comparando o próprio jogador ao longo das fases do jogo.

**Afonso:** Realmente, é uma boa ideia.

**Henrique:** Vale a pena ir por esse caminho?

**Afonso:** Vale!

**A16MEC07**, Grupo Games, 22/05/2018

Nesse trecho [A16MEC07], é possível notar que Henrique iniciou a conversa com duas *sugestões* (VERONEZ; CASTRO, 2018) em mente para o desenvolvimento da atividade e, à medida que ele percebe o interesse dos integrantes do grupo pela primeira sugestão, ele deixa de mencionar a segunda. Também é possível perceber que, diante das dúvidas dos alunos, Henrique procura *esclarecer* (VERONEZ; CASTRO, 2018) partes da abordagem sugerida por ele, mantendo uma natureza *aberta* (BARBOSA, 2007) nas suas intervenções.

<sup>60</sup> RPG é uma sigla que significa *Role Playing Game*. Ela é usada para identificar jogos nos quais os jogadores interpretam personagens e criam narrativas que giram em torno de um enredo.

<sup>61</sup> Jogo eletrônico multiplataforma musical cujo objetivo do jogador é acertar uma sequência determinada de notas musicais enquanto simula o ato de tocar uma guitarra.

Durante orientação do grupo MEC09, cujo o tema era Jogos de Azar, Henrique, pela primeira vez, sugere uma abordagem matemática de outro conteúdo matemático, além de função, a probabilidade.

**Henrique:** Eu só tenho uma sugestão para dar para vocês, já que vocês estão falando de jogos de azar. Escolher um jogo de azar, que vocês acham curioso, e a gente tentar trabalhar em cima desse jogo, com conceitos que vocês só vão aprender no 3º ano, que é probabilidade. Só que a gente vai ver o básico que precisar de probabilidade para entender o jogo e analisá-lo por meio de função. Uma função que fala sobre a probabilidade de resultados ao longo desse jogo. Então é isso, se vocês tiverem novas ideias...

A17MEC09, Grupo Jogos de Azar, 22/05/2018

De maneira geral, assim como nas últimas intervenções analisadas, a orientação de Henrique segue um padrão *sugestivo* (VERONEZ; CASTRO, 2018), no qual ele apresenta uma possibilidade de caminho para a abordagem do problema e deixa que os estudantes decidam acatar ou não a sugestão dada.

Enquanto isso, no grupo MEC01, cujo tema era Animes, destaca-se uma situação diferente das demais apresentadas até aqui. Henrique, a partir de sua insatisfação em relação ao trabalho enviado pelos integrantes do grupo, convidou-os para uma conversa e os orientou em relação ao compromisso com a atividade de modelagem. O trabalho escrito enviado por eles não cumpria nenhuma das exigências feitas pelo professor e ainda se apresentava de forma inadequada no que diz respeito às normas de formatação solicitadas pelo professor. Diante do complicado quadro que se instalou, Álvaro questionou Henrique:

**Álvaro:** Pode mudar de tema?

**Henrique:** Claro! Vocês nem começaram o trabalho ainda. Mas, se vocês quiserem fazer sobre o tema Anime, eu tenho 2 sugestões para vocês. Uma que envolve números é sobre o sucesso dos Animes. Número de livros, número de tiragens das publicações. Ou vocês podem pegar assim, se tiver um Anime específico, com um herói específico que vocês querem analisar, a gente pode pegar um poder dele e tentar analisar a partir de critérios matemáticos.



**Alan:** Tipo a velocidade?

**Henrique:** Tipo a velocidade, força, massa...

**Guilherme:** E coloca física com matemática, se você for olhar.

**Henrique:** Dá para colocar física com matemática. Agora, eu queria, então, que vocês comessem o trabalho. Vocês não começaram o trabalho ainda.

**Guilherme:** Tá!

**Henrique:** Beleza? E, nesse começo, vocês escolhessem para qual lado vocês querem ir: para esse lado dos números dos animes, para esse lado da análise quantitativa de algum poder de algum herói ou personagem, ou, se vocês quiserem mudar de tema, tem tempo ainda. Vocês nem começaram

**Guilherme:** Professor, pode mesclar?

**Henrique:** Mesclar essas duas coisas é muito difícil, porque o trabalho é pequeno, não dá tempo, seriam dois trabalhos.

Enquanto Henrique conversa com Guilherme, Alan sugere a Álvaro que eles troquem de tema.

**Alan:** Quais são os temas que tem, professor?

**Henrique:** O que vocês quiserem. Vai pensando, uai... Se vocês tiverem dúvida, qualquer coisa me manda e-mail. Pode pensar.

**A18MEC01**, Grupo Animes, 22/05/2018

Essa foi a primeira vez, desde o início da atividade, que um grupo questionou Henrique sobre a possibilidade de mudança de tema. Em tempo, desde o início da atividade de modelagem, o professor já havia avisado que essa era uma possibilidade e que os alunos poderiam escolher outro tema caso o primeiro não tivesse sido interessante.

Nesse trecho [A18MEC01], Henrique interveio respondendo aos questionamentos dos alunos de maneira *diretiva* (BARBOSA, 2007) e com um *direcionamento* explícito (LEIß; WIEGAND, 2005) e, ainda que ele siga o padrão de *sugestões* (VERONEZ; CASTRO, 2018)

observado em suas últimas intervenções a partir das temáticas escolhidas pelos alunos, ele deixa claro que os alunos ainda têm tempo para se decidir entre continuar com o tema escolhido ou mudar de direção.

Alguns grupos levaram a discussão sobre a formulação do objetivo para o ambiente virtual do *WhatsApp* e Henrique também os orientou quando necessário, como é o caso dos integrantes grupo Redes Sociais que estavam mais preocupados em pensar nas respostas do problema que iria ser formulado do que em formular, de fato, um objetivo para o trabalho. Henrique, então, interveio.

**Henrique:** Responder realmente é outra parte. No momento, ainda precisam perguntar. Diante do problema escolhido, vocês formulam uma frase em forma de pergunta ou de objetivo para guiar o trabalho.

W19MEC04, Redes Sociais, 27/06/2018

A intervenção observada neste trecho [A19MEC04] tem um caráter de *organização* (LEIß; WIEGAND, 2005) da atividade e de *esclarecimento* (VERONEZ; CASTRO, 2018) de uma das tarefas que o grupo precisava cumprir para continuar o desenvolvimento de seu trabalho.

#### 4.4.2. Descrição e análise dos dados da turma MEA

Da mesma forma como foi feita na turma MEC, as intervenções realizadas por Henrique na turma MEA aconteceram nos momentos em que o professor orientou os integrantes dos grupos, com informações a respeito da escolha do tema, sobre a formulação do problema a partir dos trabalhos escritos por eles produzidos.

Em conversa com os integrantes do grupo MEA04, cujo tema era *Dragon Ball Z*, por exemplo, Henrique observa que o desenvolvimento desse trabalho está mais adiantado em comparação aos demais.

**Henrique:** Primeiro, o título do trabalho [de vocês] já é uma pergunta, já é uma problematização, já tá apontando para onde vai o trabalho. [...] Como é que destrói

um meteoro? [pergunta Henrique aos integrantes do grupo]. Não tô falando só em energia... métodos!

**Jonas:** Você pode explodir ou você pode evaporar.

**Henrique:** Explodir ou evaporar; como?

**Jonas:** É porque é assim, [a *Genki Dama*] é uma bola de energia, o *Goku* vai chegar e a energia vai estar toda com ele. Como vai tá uma energia muito alta...

**Henrique:** Então, vai destruir onde? A qual distância? Entendeu? Tem um método, uma estratégia para tentar destruir.

[...]

Então vocês vão ter que bolar uma estratégia e, a partir dessa estratégia, vai ter uma comparação aí entre essas quantidades de energia e tal... Uma pergunta que eu vou fazer para vocês: a *Genki Dama* tem a mesma energia a qualquer distância?

**Todos:** Não!

**Davi:** Quanto mais perto, mais forte ela fica.

**Henrique:** Então, o trabalho de vocês tá com um caminho bem desenhado: o método, a parte que vocês vão quantificar e, no final das contas, a conclusão se o *Goku* poderia salvar ou não [a humanidade de um meteoro].

**Jonas:** No caso, a gente vai ter que inventar uns dados, tem problema?

**Henrique:** Não..., mas inventa com lógica. A energia de cada ser humano é 1 Joule, por quê?

**A22MEA04**, Grupo Dragon Ball Z, 21/06/2018

Entretanto, nota-se que parte do desenvolvimento avançado do grupo se deve ao fato de que eles se inspiraram nos exemplos apresentados pelo professor Henrique na aula em que os temas foram escolhidos. Nesse caso, os integrantes do grupo MEA04 apenas reproduziram algumas ideias prontas fornecidas por Henrique. Importante levar em consideração que essa atitude dos alunos é condizente com uma prática tradicional de matemática pautada no *paradigma do exercício* (SKOVSMOSE, 2000), na qual os estudantes estão acostumados a seguirem modelos e exemplos de soluções de problemas variados (ROCHA, 2015).

Ainda nesse trecho [A22MEA04], nas falas iniciais, percebe-se um tom *questionador* (VERNONEZ; CASTRO, 2018) nas intervenções de Henrique devido ao fato de que esse grupo apresentava um avançado desenvolvimento do projeto; dessa forma, o professor conseguiu colocar questões mais específicas a respeito das informações fornecidas pelos estudantes no trabalho escrito. Além disso, observa-se uma intervenção com *direcionamento explícito* (LEIß, 2005), por parte de Henrique, ao indicar aos alunos que, mesmo que o trabalho tivesse uma característica imaginária, a invenção de dados teria de seguir uma lógica aceitável na realidade.

Outro grupo com certo grau de adiantamento no tratamento do problema que ainda estava por elaborar era o grupo MEA06, cujo tema era Volta ao Mundo. No trabalho escrito, os integrantes apontaram diversas abordagens diferentes para a construção de um problema sobre a volta ao mundo e Henrique se aproveitou desses dados para sugerir um desenvolvimento específico para o grupo.

**Henrique:** Uma sugestão para vocês; [...] vocês falam sobre todas as abordagens que se pode fazer dessa história e aí vocês dão destaque para a abordagem matemática. Então eu tenho uma proposta: primeiro, o trabalho não fala, mas o livro fala, o filme fala qual que é a rota dele<sup>62</sup>. Imagina se – agora tô falando com dados reais, de hoje, 21 de junho de 2018 – vocês quisessem iniciar essa viagem, com os recursos que tem hoje...

**Gabriela:** Era isso que a gente estava pensando...

**Henrique:** ...e dinheiro limitado.

**Gabriela:** coerente, né?

**Henrique:** É, coerente com a realidade! Eu gostaria, se vocês conseguissem, que vocês planejassem uma viagem real mesmo.

**Lorena:** Fazer um pacote na CVC<sup>63</sup>.

<sup>62</sup> Os alunos do grupo MEA06, cujo tema era Volta ao Mundo, utilizaram a história do livro “A Volta ao Mundo em 80 Dias” como inspiração para o projeto de modelagem. O livro “é um romance de aventura escrito pelo francês Júlio Verne e lançado em 1873. A obra retrata a tentativa do cavalheiro inglês *Phileas Fogg* e seu valete, *Passepartout*, de circum-navegar o mundo em 80 dias. É considerada uma das maiores obras da literatura mundial, tendo inspirado várias adaptações ao cinema e ao teatro” (A VOLTA AO MUNDO EM 80 DIAS, 2020).

<sup>63</sup> A CVC é uma agência de viagens brasileira com sede em Santo André, São Paulo.

**Henrique:** É! Fazer um pacote mesmo; simular pacotes. Pegar a rota e tentar chegar num preço mínimo para ela, simulando hospedagens, passagens... e tem que olhar data.

[...]

Coloca alguns critérios assim, olha: tem que dormir pelo menos 8 horas por noite.

[...]

Pensa como se vocês fossem fazer a viagem de verdade mesmo. Aí vai ter uma jogada de câmbio de moeda também para fazer... No final, vocês vão fazer uma planilha de custo de quanto essa viagem ficaria. Dá pra ser?

**Todos:** Dá!

**Henrique:** Já é mais ou menos o que vocês tinham em mente, né?

**Todos:** É!

**Henrique:** Então façam isso com o máximo de realidade possível que vocês conseguirem!

**A23MEA06**, Grupo Volta ao Mundo, 21/06/2018

Durante essa conversa com o grupo MEC06, cujo tema era Volta ao Mundo [A23MEA06], baseado na quantidade de informação levantada pelos estudantes no trabalho escrito, Henrique faz uma série de *sugestões* (VERONEZ; CASTRO, 2018) relativas a diversos momentos do processo de desenvolvimento de uma atividade de modelagem: coleta de dados, matematização e construção do modelo matemático.

Nessa mesma direção, as intervenções feitas por Henrique durante a conversa com os integrantes do grupo MEA05, cujo tema era *Vibranium* indicam caminhos para diversos momentos da atividade de modelagem.

**Henrique:** Primeiro, vocês vão ter que fazer uma conexão – vocês falaram do universo Marvel<sup>64</sup> e das armas no mundo real –, vai ter que ter em algum momento

---

<sup>64</sup> O universo Marvel é o conjunto de produções (quadrinhos, livros, filmes, desenhos etc.) criadas e desenvolvidas com base nos quadrinhos produzidos pela editora *Marvel Comics*. Um de seus produtos mais famosos é grupo de super-heróis conhecidos como *Os Vingadores* que, entre outros, é composto por heróis como Homem-Aranha, Homem de Ferro, Viúva Negra, Capitão América, Thor e Hulk.

um diálogo. Não teve até agora – tudo bem, estamos na introdução [do projeto de modelagem] –, mas vai ter que ter um diálogo. [...] Vocês colocam aqui, na introdução, *Vibranium* e armamento. Esse ‘e’, ele tem que conectar em algum lugar, vai ser o que? Não pode ser dois assuntos paralelos, dois trabalhos paralelos. Vocês querem conectar essas duas coisas. Aí eu pensei o seguinte: faz de conta – e nesse aqui tem que fazer mesmo – que existisse o *Vibranium* disponível de alguma forma no mundo. Lógico que isso tudo seria imaginário, mas vocês criariam, pegando referências do desenho, igual vocês fizeram, de onde poderia ter e etc. Como seriam as consequências dessa suposição? Consequências geopolíticas, militares... Imagina só um paralelo com o que acontece hoje com o petróleo. Onde tem petróleo, tem várias coisas, inclusive tem gente doida para chegar lá onde tem o petróleo e bombardear esses locais com sua “forma de democracia” – eu vou libertar vocês, porque eu sou o porta voz da democracia e do bem mundial, então eu vou invadir o seu país –, mas ninguém tá preocupado em invadir um país igual Mali que tem uma guerra civil, que tem gente morrendo..., mas não tem petróleo. Imagina, por exemplo – baseado nas referências da Marvel –, se o *Vibranium*, em determinados locais existisse, como isso poderia afetar a geopolítica mundial ou daquela região? Vocês vão ter que fazer uma simulação aí, talvez... É uma sugestão: já que vocês falaram das duas coisas em paralelo e agora é a hora de conectar, e usar a matemática para isso, talvez vocês consigam fazer um orçamento de guerra para os Estados Unidos – já que vocês estão falando do armamento militar americano – um orçamento de guerra com e sem *Vibranium*, como ficariam esses efeitos. E consequências mais gerais também, como de onde vem esse *Vibranium*...

**A24MEA05**, Grupo Vibranium, 21/06/2018

É possível perceber, todavia, que as intervenções feitas por Henrique nesse trecho [A24MEA05] sugerem uma influência dele para que o tratamento do problema seja feito para além de um conteúdo matemático específico. Existe uma preocupação, por parte do professor, com a matemática, mas não apenas ela. As *sugestões* (VERONEZ; CASTRO, 2018) feitas por Henrique se alinham com características de práticas de modelagem na perspectiva sócio-crítica (ARAÚJO, 2009). As intervenções feitas por Henrique também apontam para uma promoção do pensamento crítico dos alunos ao discutir aspectos como democracia, poder e justiça.

Nota-se, também neste trecho [A24MEA05 e em trechos anteriores], a intervenção em forma de *sugestão* (VERONEZ; CASTRO, 2018), por parte de Henrique, ao mostrar aos alunos que eles precisam fazer uma conexão entre o tema da atividade de modelagem que eles escolheram – que é geral, que pode ser o que os estudantes quiserem, que é algo incomum na aula de matemática etc. – e a matemática. Esse tipo de intervenção mostra a importância do papel do professor em atividades de modelagem, o qual, entre outras coisas, dedica-se a ajudar os alunos a conectarem a realidade e a matemática.

No grupo MEA03, cujo tema era Chocolate, assim como em trechos anteriores [A22MEA04, A23MEA06], Henrique interveio para além da formulação do problema e indicou possibilidades de abordagem para o grupo em outras etapas da atividade como na criação do modelo matemático.

**Henrique:** Olha uma das coisas mais irônicas dessa vida: eu sujei o trabalho de vocês com um chocolate que eu tava comendo na hora que eu tava corrigindo.

**Talita:** Meu Deus, professor... Era amargo, pelo menos?

**Henrique:** Não! Era chocolate ao leite.

**Talita:** Ah, professor [em tom de decepção].

**Henrique:** Essa sua reação, ela tá me deixando feliz, porque eu ia dar uma sugestão para vocês que agora eu tenho certeza que essa sugestão é pertinente. Se você ficou brava com a modalidade de chocolate, você vai gostar dessa sugestão que eu vou dar, se é que você já não tenha isso em mente.

[...]

A porcentagem de cacau no chocolate é um dos fatores que mais – até onde minha ignorância me permite saber – tornam o chocolate mais saudável, ou menos ruim, sei lá. Chega um ponto que ele fica de fato saudável e faz bem comer chocolate. E aí, vocês podem tentar fazer o seguinte: vocês falaram dos fitoquímicos<sup>65</sup> e dos nutrientes que tem mais conforme se aumenta a porcentagem de cacau; vocês podem tentar fazer gráficos relacionando [...] ao aumento do cacau no chocolate

---

<sup>65</sup> “O termo “fitoquímico” refere-se a um grupo amplo de compostos produzidos e acumulados nas plantas. Muitos desses compostos possuem atividades biológicas potentes em mamíferos, e alguns podem apresentar efeitos tóxicos quando ingeridos em altas doses.” (CARDOSO; VARRÈRE; TROVÃO, 2009, p. 106).

com a diminuição de coisa ruim. [...] Isso pode ser um jeito de criar um modelo matemático bem visual para mostrar coisas, como “coma só acima de 70% [cacau]”.

**Débora:** Quando você vai comprar um chocolate – eu tava observando isso outro dia que eu fui comprar –, tem lá o negocinho com valor energético...

**Henrique:** Tabela nutricional dele, né?

**Débora:** É! Dá para usar isso também para fazer o gráfico.

**Henrique:** Dá!

**Débora:** Olhar uma média dos chocolates...

**Henrique:** Dá para ir por esse caminho? Vocês acham que é um caminho coerente com o trabalho de vocês?

A25MEA03, Grupo Chocolate, 21/06/2018

Durante a conversa, Henrique *sugere* (VERONEZ; CASTRO, 2018) uma matematização por meio de gráficos que relacionem a quantidade de cacau no chocolate e os benefícios que ele traz ao organismo. Nesse trecho, é possível perceber encaminhamentos para além da formulação do problema, que era o objetivo no momento, quando Henrique sugere, inclusive, uma abordagem para a construção do modelo matemático.

Além disso, a partir desse último trecho [A25MEA03] e de vários outros, é possível perceber que o professor Henrique apresenta um conjunto vasto de saberes sobre outras áreas do conhecimento para além de sua formação como professor de Matemática e que essa característica o influencia fortemente em suas intervenções. De modo geral, acredito que a realidade na qual o professor Henrique se insere permite o desenvolvimento desse tipo de característica. Infelizmente, as condições de trabalho do professor brasileiro não são as melhores, com baixos salários, salas superlotadas e falta de incentivo para formação continuada. Entretanto, no caso do professor Henrique, trabalhar em uma instituição pública que tem boas condições de trabalho, com um salário coerente ao tamanho do esforço de um professor e que dá condições para a ampliação dos estudos e conhecimentos, de uma forma geral, ajudam no desenvolvimento profissional de qualquer docente.

#### 4.5. AS INTERVENÇÕES DO PROFESSOR DURANTE A MATEMATIZAÇÃO



Os dados apresentados nesta subseção são provenientes de discussões ocorridas no ambiente virtual do *WhatsApp* a partir dos dias 24/05/2018, para a turma MEC, e do dia 29/06/2018 para a turma MEA; e de uma aula realizada na turma MEA, no dia 28/06/2018, cujo objetivo dos grupos era trabalhar com a matematização de seus projetos de modelagem.

#### 4.5.1. Descrição e análise dos dados da turma MEC

No *WhatsApp*, durante uma conversa entre os alunos do grupo MEC04, cujo tema era Redes Sociais, no momento da matematização, um dos alunos se manifestou e expressou sua dúvida em relação ao desenvolvimento dessa etapa

**Danilo:** Professor, não entendi muito bem a materialização. É pra gente falar sobre o tema e mostrar como entra matemática?

**Henrique:** Não é materialização, é matematização. [...] É justamente quando vocês vão usar matemática para responder à pergunta elaborada pelo grupo. Será parte integrante do trabalho final, e sustentará as conclusões de vocês.

**Danilo:** Dá um exemplo utilizando outro tema qualquer? Só pra me guiar e eu já penso melhor em que fazer.

**Henrique:** Não precisa nem dar um exemplo de outro caso, pode ser o caso de vocês mesmo. Já que vocês querem falar sobre crescimento e decrescimento de usuários em uma rede social, no caso o Facebook, vocês podem pegar alguns dados e já começar a construir, num plano cartesiano, os pontos referentes a isso. Pode colocar em um eixo o ano, no outro o número de usuários (tudo fundamentado com fonte, comprovando tudo que vocês estão falando) e ver se isso tem cara de alguma função, se aparece uma função de 1º grau, 2º grau, exponencial. Inclusive, fazer previsões a respeito do que vai acontecer com esse número de usuários, baseado nos conhecimentos que vocês têm de crescimento e decrescimento.

**Danilo:** Ok!

**W26MEC04, Redes Sociais, 05/07/2018**

Nesse trecho [W26MEC04], Henrique procurou esclarecer a Danilo o que ele e o restante do grupo precisariam fazer durante o processo de matematização. Para isso, o professor, a pedido de Danilo, *exemplificou* (LEIß, 2005) como a matematização seria abordada no problema formulado pelo grupo.

Em comparação à quantidade de intervenções da turma MEA, foram poucas as ocorrências de intervenção do professor Henrique durante a etapa de matematização nas atividades de modelagem dos alunos da turma MEC. Acredito que parte dessa falta de intervenções se deva ao fato de que parte da matematização e o restante da atividade tenham sido realizados em ambiente virtual, como já discutido na seção 3.5, do capítulo 3 desta dissertação.

Além do trabalho no ambiente virtual, acredito que dois outros fatos colaboraram para a pouca quantidade de intervenções nessa etapa da atividade. O primeiro deles é que, durante outros momentos do desenvolvimento da atividade, o professor Henrique orientou os alunos com relação a aspectos da matematização. Isso pode ser constatado nos trechos A13MEC04, A14MEC05, A16MEC07, A17MEC09, A18MEC01, A22MEA04, A23MEA06, A25MEA03, por exemplo. Além disso, parte do desenvolvimento dessa etapa prevê o que Borromeo Ferri (2006) chama de *trabalhando matematicamente*<sup>66</sup>, momento no qual os alunos trabalham apenas com a matemática. Minha hipótese, então, é de que os alunos se sentem mais confortáveis nesse momento, por suas semelhanças com o trabalho matemático desenvolvido normalmente em aulas de matemática, fazendo com o que professor Henrique não interviesse tanto na realização dessa tarefa.

Tal hipótese, contudo, se fundamenta em uma pouca quantidade de dados obtidos durante essa fase, fazendo com que essa ideia não seja tão forte. Nesse sentido, estudos posteriores podem se debruçar em tentar achar uma relação entre as intervenções feitas pelos professores e a evolução da atividade de modelagem. Haveria alguma relação entre a “frequência” de intervenções e a evolução do desenvolvimento de uma atividade de modelagem matemática?

#### 4.5.2. Descrição e análise dos dados da turma MEA

Outro fato que fortalece um pouco a hipótese levantada na subseção anterior é que, na aula do dia 28/06/2018, os alunos da turma MEA tiveram tempo para trabalhar na

---

<sup>66</sup> *Working mathematically* no original.

matematização de seus projetos de modelagem e, assim como observado na turma MEC, a quantidade de intervenções do professor Henrique também foi baixa. Boa parte dos grupos desenvolveu bem suas atividades e também recorreram com pouca frequência à ajuda do professor.

O grupo MEA01, cujo tema era Resistência Corporal, por exemplo, já tinha seu objetivo definido – o de comparar a resistência do corpo humano levando-se em consideração profundidades e altitudes determinadas. No entanto, eles tinham dúvidas acerca da inserção da matemática no problema e Henrique interveio.

**Henrique:** Tem uma parte que já tem dados práticos mesmo: o tempo que gasta para chegar em determinadas distâncias, o tempo que gasta para determinadas viagens... outras são teóricas mesmo. Se vocês acatarem essa sugestão e quiserem ir por esse caminho – vocês não são obrigados, mas se quiserem ir –, tentem pesquisar quais foram os lugares mais fundos que o ser humano já escavou, na Terra, em fossas submarinas... Tentem chegar nos extremos. Tentem entender os objetivos: por que que chegou? Por que que não foi mais do que conseguiu ir? E algumas grandezas físicas que estão por trás disso. Por exemplo, pressão, temperatura... E vocês conseguem mostrar, eu suponho, que o tanto que a pressão aumenta debaixo da Terra, do ponto A até o ponto B, depois do ponto B até o ponto C<sup>67</sup>, não vai aumentando linearmente. A sensação que eu tenho é que isso aumenta conforme outra função matemática, talvez exponencial, não sei. Pesquisem fórmulas a respeito disso e que vocês conseguem mostrar usando, por exemplo, função; o porquê é difícil passar de certos pontos, por causa de temperatura, sei lá por causa de quê. Mas não é só matemática que vai ter. Vai ter coisa também de química, elementos químicos tóxicos que tem em determinadas profundidades. E aí, depois, a coisa é para cima. Que tipo de proteção você começa a precisar a cada altura. [...] Qualquer um de nós consegue, com 100 reais, comprar uma passagem de avião e voar 9, 10 mil metros de altitude. Agora, a 15 mil, 20 mil esses aviões já não conseguem, tem cálculos para isso. Se você quiser ter a experiência de chegar a 20, 30 mil metros de altitude, você já vai precisar investir um pouco mais [de

---

<sup>67</sup> Neste momento, Henrique estava apontando para uma folha de papel na qual a distância entre os pontos A e B é igual à distância entre os pontos B e C.

dinheiro]. Essas limitações, tanto para cima, quanto para baixo, vocês podem explorar quantitativamente

**A27MEA01**, Grupo Resistência Corporal, 29/06/2018

Nesse trecho [A27MEA01], Henrique ajudou o grupo *sugerindo* (VERONEZ; CASTRO, 2018) uma forma para a coleta de dados e uma abordagem para a matematização do problema.

Em outro momento, durante conversa no *WhatsApp*, uma das integrantes do grupo *Dragon Ball Z*, Vitória, explica a Henrique que a abordagem que o grupo estava utilizando para tratar matematicamente o trabalho apresentava recursos da física.

**Vitória:** Professor, o nosso trabalho tem uma abordagem física bem maior que uma abordagem matemática. Aliás, os cálculos são basicamente provenientes de questões físicas. Nesse caso, teria algum problema ou podemos prosseguir? Não que a física não envolva a matemática, muito pelo contrário, mas a nossa abordagem tem uma maior relação com isso. Algum problema?

**Henrique:** Bom, é importante vocês ressaltarem no trabalho quais são os conceitos matemáticos, mesmo que sejam dentro da física. Por exemplo, equação do 2º grau, proporcionalidade... mesmo que a matemática seja uma ferramenta da física, é importante vocês ressaltarem isso. Não tem problema não. Ora a matemática vai aparecer como ferramenta mesmo. E se esse for o caso do trabalho de vocês, isso não é um problema.

**W28MEA04**, Grupo Dragon Ball Z, 24/07/2018

Nessa intervenção, Henrique esclareceu (VERONEZ; CASTRO, 2018) a dúvida de Vitória e apontou *exemplos* (LEIß, 2005) para auxiliar no entendimento da aluna.

Em outro momento, Henrique explica o conceito do princípio fundamental da contagem para os integrantes do grupo *Phineas e Ferb*, para ajudá-los durante a matematização do problema proposto.

**Henrique:** vocês vão usar um conceito conhecido como “princípio fundamental da contagem” [...] isso não se trata de probabilidade, isso se trata do cálculo

combinatório, que é a parte da matemática na qual a gente aprende a fazer de quantas maneiras possíveis a gente consegue organizar os dados. No caso de vocês, de quantas maneiras possíveis podem ser dadas aquelas sequências de respostas. Probabilidade já é um outro conceito, mas que utiliza o cálculo combinatório, que utiliza o número de possibilidades – afinal de contas, via de regra, quanto mais possibilidades você tem para fazer algo, menor é a probabilidade de que duas coisas coincidam. Se você tem três respostas possíveis, é fácil que duas coincidam. Se você tem 1 milhão de respostas possíveis, é muito pouco provável que duas coincidam. Essa é a ideia geral do trabalho de vocês.

W29MEA02, Grupo *Phineas e Ferb*, 26/07/2018

A partir do tratamento escolhido pelos integrantes do grupo, Henrique interveio ao *sugerir* (VERONEZ; CASTRO, 2018) o uso do princípio fundamental da contagem, conceito com o qual os estudantes da turma ainda não haviam tido contato, considerando a ementa do curso de Meio Ambiente. Diante dessa situação, Henrique *esclarece* (VERONEZ; CASTRO, 2018) algumas noções do princípio e de probabilidades para o grupo.

#### **4.6. ANÁLISE GERAL DAS INTERVENÇÕES: AFINAL, COMO OCORRE O PROCESSO DE INTERVENÇÃO DE UM PROFESSOR EM ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA?**

Para esta seção, procurei, a partir da descrição e da análise dos dados apresentados na seção anterior, buscar uma compreensão geral para as intervenções do professor Henrique e tentar responder à pergunta que orienta esta pesquisa.

De modo geral, a partir da seleção e da separação em etapas feitas nas seções anteriores, é possível formular algumas conclusões iniciais a respeito das intervenções do professor Henrique.

Durante a escolha do tema, Henrique interveio em momentos pontuais do processo nas duas turmas, mas optou por não interferir na escolha final dos alunos. Desse modo, os temas selecionados pelos estudantes refletiam seus interesses pessoais. Tal postura do professor condiz com a natureza da atividade de modelagem realizada no caso 3 de Barbosa (2004). De acordo com o autor, a escolha do tema da atividade é de responsabilidade dos alunos, sob

orientação do professor, mas sem que este determine ou decida qual a melhor escolha para os estudantes.

Ainda sobre a escolha do tema, diante da seleção de dados apresentada, as intervenções se manifestam de duas formas: intervenções para *sugerir* e intervenções para *esclarecer*, utilizando aqui as categorias elaboradas por Veronez e Castro (2018). Levando-se em consideração esses dois tipos de intervenções observadas, a grande maioria das intervenções de Henrique (quase 80% dos trechos analisados), durante a escolha do tema, tem por intuito *esclarecer* algum ponto específico do desenvolvimento da atividade.

Acredito que esse fato pode ser explicado a partir da experiência – nesse caso, a falta dela – dos alunos com atividades de modelagem. Importante lembrar que, quando questionados, nenhum dos estudantes afirmou ter participado de uma atividade de modelagem, ou reconheceu o nome da atividade durante as primeiras tarefas. Isso atribui um caráter de novidade ao desenvolvimento da modelagem. Desse modo, é natural que os alunos precisem de alguns esclarecimentos sobre o andamento do projeto.

No que diz respeito à formulação do problema ou objetivo, todas as três categorias propostas por Veronez e Castro (2018) – esclarecer, questionar e sugerir – se manifestaram durante as intervenções do professor Henrique, com destaque para a ação de *sugerir* que se evidenciou em aproximadamente 80% dos trechos selecionados e analisados.

A ação de *sugerir* se manifestou de maneira mais abundante devido ao caráter exploratório da formulação do problema. Nesse momento, os alunos precisam estudar o tema escolhido e, a partir do processo de coleta de informações, se decidir por um objetivo para seguir. É nesse momento que Henrique interveio apresentando uma série de possibilidades aos alunos por meio das diversas sugestões fornecidas.

Henrique também se utilizou de uma *variedade de métodos* (LEIß, 2005) em suas intervenções, com grande destaque para o uso de exemplos. Apesar desse uso ser uma característica atribuída à didática pessoal de cada professor, acredito que, no conjunto de dados analisados, a grande quantidade de exemplos apresentada por Henrique durante todo o desenvolvimento da atividade de modelagem objetivou mais do que só a didática de uma explicação. Henrique precisava, entre outras coisas, convencer os alunos a participar da atividade e esclarecer determinadas dúvidas, o que sem a utilização de exemplos se tornariam praticamente impossível. Um dos momentos em que se verifica isso é quando, em **A14MEC05**, ele exemplifica aos alunos a forma como problemas sobre diferentes esportes podem ser matematizados. Nesse momento, para justificar suas sugestões, ele apresenta a ideia do tratamento da pontuação por funções de várias variáveis em diferentes jogos. Sem o uso dos

exemplos, Henrique teria que explicar, em poucos minutos, como utilizar os conceitos de funções de várias variáveis.

Ainda sobre exemplos, foi possível perceber a influência direta das intervenções de Henrique nos trabalhos desenvolvidos pelos alunos. Na turma MEA, Henrique interveio em **V10MEA** e **V11MEA** apresentando trabalhos de modelagem desenvolvidos por seus alunos no passado. Os exemplos citados por Henrique eram relacionados ao universo dos super-heróis em geral e fantasia. Dos grupos formados, dois apresentaram temas diretamente relacionados ao mundo dos heróis: *Dragon Ball Z* e *Vibranium*.

Esse fato, inclusive, foi observado por Henrique em uma das aulas, que comentou com os alunos da MEA

**Henrique:** a aula inicial que eu falei com vocês sobre o trabalho, eu dei alguns exemplos para vocês situarem o que algumas pessoas fazem e isso acabou tendo uma consequência. [...] De 7 grupos, 2 grupos estão fazendo sobre heróis. Sem falar que *Phineas e Ferb* também é de um universo fantástico que se assemelha a algumas coisas de heróis.

**A30MEA**, 17/05/2018

Percebe-se, embora não seja objetivo desta dissertação, como algumas intervenções de Henrique geraram uma série de consequências nas ações dos alunos, como na situação narrada por ele [A30MEA]. Acredito que essa relação entre intervenções e consequências também seja um tópico interessante para outras pesquisas no futuro.

A partir dos trechos selecionados, também foi possível notar que, em diversos momentos, as intervenções de Henrique relacionavam-se, simultaneamente, a várias etapas do desenvolvimento de uma atividade de modelagem, mesmo que, teoricamente, houvesse a intenção de centrar o processo de modelagem em uma etapa naquele momento em específico.

Tomemos como exemplo as intervenções observadas no trecho **A25MEA03**. Nesse momento, o grupo MEA03, cujo tema era Chocolate se encontrava no processo de formulação do problema. Vejamos, novamente, a conversa de Henrique com o grupo.

**Henrique:** Olha uma das coisas mais irônicas dessa vida: eu sujei o trabalho de vocês com um chocolate que eu tava comendo na hora que eu tava corrigindo.

**Talita:** Meu Deus, professor... Era amargo, pelo menos?

**Henrique:** Não! Era chocolate ao leite.

**Talita:** Ah, professor [em tom de decepção].

**Henrique:** Essa sua reação, ela tá me deixando feliz, porque eu ia dar uma sugestão para vocês que agora eu tenho certeza que essa sugestão é pertinente. Se você ficou brava com a modalidade de chocolate, você vai gostar dessa sugestão que eu vou dar, se é que você já não tenha isso em mente.

[...]

A porcentagem de cacau no chocolate é um dos fatores que mais – até onde minha ignorância me permite saber – tornam o chocolate mais saudável, ou menos ruim, sei lá. Chega um ponto que ele fica de fato saudável e faz bem comer chocolate. E aí, vocês podem tentar fazer o seguinte: vocês falaram dos fitoquímicos e dos nutrientes que tem mais conforme se aumenta a porcentagem de cacau; vocês podem tentar fazer gráficos relacionando [...] ao aumento do cacau no chocolate com a diminuição de coisa ruim. [...] Isso pode ser um jeito de criar um modelo matemático bem visual para mostrar coisas, como “coma só acima de 70% [cacau]”.

**Débora:** Quando você vai comprar um chocolate – eu tava observando isso outro dia que eu fui comprar –, tem lá o negocinho com valor energético...

**Henrique:** Tabela nutricional dele, né?

**Débora:** É! Dá para usar isso também para fazer o gráfico.

Nesse trecho, Henrique interveio no que diz respeito à formulação do problema ao sugerir que os alunos tomassem como objetivo do trabalho de modelagem a relação entre o quão saudável um chocolate é e a porcentagem de cacau presente na sua composição. Além disso, Henrique interveio sobre a matematização do problema ao sugerir que o grupo analisasse, por meio de gráficos de função, o crescimento da porcentagem de cacau no chocolate e o possível decréscimo de “coisas ruins” (utilizando as palavras dele). E ele interveio no que concerne à produção do modelo matemático ao sugerir a apresentação de um gráfico final com o objetivo de provar às pessoas que o chocolate com mais cacau é mais saudável.

Assim, em um único momento da atividade de modelagem – marcado como a formulação do problema – foi possível relacionar as ações de Henrique a outros três momentos



do desenvolvimento da atividade de modelagem. Isso mostra, entre outras coisas, que as intervenções em atividades de modelagem matemática não se apresentam somente de maneira sequencial, fazendo referências apenas ao momento da atividade em que os alunos se encontram.

A partir das análises dos trechos apresentados nas seções anteriores deste capítulo, foi possível identificar cinco etapas da atividade de modelagem que se relacionavam nas intervenções de Henrique: escolha do tema, formulação do problema, coleta de dados, matematização e produção do modelo matemático. Dessa maneira, com base nessas relações, o quadro 7 seguinte foi construído destacando a etapa do desenvolvimento da atividade de modelagem na qual se identificou a intervenção e as etapas relacionadas nessa ação do professor.

**Quadro 7** – Síntese da relação das intervenções entre as etapas do desenvolvimento da atividade de modelagem matemática

<b>Código do trecho</b>	<b>Etapa do desenvolvimento da atividade de modelagem em que se identificou a intervenção</b>	<b>A intervenção se referia a</b>
V03MEC	Escolha do tema	Escolha do tema
V04MEC	Escolha do tema	Escolha do tema
V05MEC	Escolha do tema	Escolha do tema
V06MEC	Escolha do tema	Escolha do tema e formulação do problema
V07MEA	Escolha do tema	Escolha do tema
V08MEA	Escolha do tema	Escolha do tema
V09MEA	Escolha do tema	Escolha do tema, formulação do problema e matematização
V10MEA	Escolha do tema	Escolha do tema, formulação do problema, coleta de dados, matematização e produção do modelo matemático

V11MEA	Escolha do tema	Escolha do tema, coleta de dados e matematização
A12MEC03	Formulação do problema	Formulação do problema e coleta de dados
A13MEC04	Formulação do problema	Formulação do problema, coleta de dados e matematização
A14MEC05	Formulação do problema	Formulação do problema, coleta de dados e matematização
A16MEC07	Formulação do problema	Formulação do problema, coleta de dados, matematização e produção do modelo matemático
A17MEC09	Formulação do problema	Formulação do problema e matematização
A18MEC01	Formulação do problema	Escolha do tema, formulação do problema e matematização
W19MEC04	Formulação do problema	Formulação do problema
A22MEA04	Formulação do problema	Formulação do problema, coleta de dados, matematização e produção do modelo matemático
A23MEA06	Formulação do problema	Formulação do problema, coleta de dados, matematização e produção do modelo matemático
A24MEA05	Formulação do problema	Formulação do problema, coleta de dados e produção do modelo matemático
A25MEA03	Formulação do problema	Formulação do problema, matematização e produção do modelo matemático
W26MEC04	Matematização	Coleta de dados e matematização
A27MEA01	Matematização	Coleta de dados e matematização

W28MEA04	Matematização	Matematização
W29MEA02	Matematização	Matematização

Fonte: próprio autor.

O quadro apresentado mostra que, durante as intervenções do professor Henrique, as etapas de modelagem se relacionam de maneira não sequencial, ou seja, no momento em que os estudantes estão realizando uma tarefa (escolha do tema, formulação do problema ou matematização) as intervenções do professor fazem referência a outras etapas da atividade não se prendendo somente ao momento do desenvolvimento da atividade de modelagem que os alunos se encontram.

Importante problematizar, entretanto, a possível interpretação, a partir desta proposta de análise, de uma crença a respeito do engessamento das etapas de modelagem. Ao propor uma análise a partir das etapas da atividade de modelagem e confrontá-las com a etapa a que se refere as intervenções do professor, não quero afirmar que o desenvolvimento das intervenções acontece de maneira sequencial, na ordem das etapas. Muito pelo contrário, concordo com Borromeo Ferri (2007) que afirma que os alunos definem suas próprias “rotas de modelagem” durante o desenvolvimento de uma atividade, o que faz com que o modo como os alunos produzam seus trabalhos seja imprevisível. Como já justifiquei anteriormente, escolhi as etapas da atividade de modelagem para balizar a análise devido ao planejamento feito pelo professor Henrique e à atuação dos alunos que enxergaram essas etapas como parte do processo em sua totalidade.

Temos, assim, esse conjunto de intervenções que se referem a diferentes etapas da atividade, mas temos também aquelas intervenções que se referem exatamente à etapa em que aconteceram, como pode ser identificado em **V03MEC**, **V07MEA**, **W19MEC04** e **W28MEA04**, por exemplo.

Desse modo, o quadro 8 a seguir apresenta uma reestruturação do quadro 7, o qual explicita as relações entre as etapas durante as intervenções do professor Henrique.

#### **Quadro 8** – Síntese do processo de intervenção

Etapa do desenvolvimento da atividade de modelagem em que se identificou a intervenção	Intervenção se referia a	Trechos identificados
--	--------------------------	-----------------------

<b>Escolha do tema</b>	<b>Escolha do tema</b>	V03MEC, V04MEC, V05MEC, V06MEC, V07MEA, V08MEA, V09MEA, V10MEA, V11MEA
	Formulação do problema	V06MEC, V09MEA, V10MEA
	Coleta de dados	V10MEA, V11MEA
	Matematização	V09MEA, V10MEA, V11MEA
	Produção do modelo matemático	V10MEA
<b>Formulação do problema</b>	Escolha do tema	A18MEC01
	<b>Formulação do problema</b>	A12MEC03, A13MEC04, A14MEC05, A16MEC07, A17MEC09, A18MEC01, W19MEC04, A22MEA04, A23MEA06, A24MEA05, A25MEA03
	Coleta de dados	A12MEC03, A13MEC04, A14MEC05, A16MEC07, A22MEA04, A23MEA06, A24MEA05
	Matematização	A13MEC04, A14MEC05, A16MEC07, A17MEC09, A18MEC01, A22MEA04, A23MEA06, A25MEA03
	Produção do modelo matemático	A16MEC07, A22MEA04, A23MEA06, A24MEA05, A25MEA03
<b>Matematização</b>	Escolha do tema	—
	Formulação do problema	—
	Coleta de dados	W26MEC04, A27MEA01
	<b>Matematização</b>	W26MEC04, A27MEA01, W28MEA04, W29MEA02
	Produção do modelo matemático	—

Fonte: próprio autor.

No quadro 8, podemos perceber 2 grandes grupos de intervenções. O primeiro, que denominarei *intervenções convergentes*, são aquelas que acontecem e se referem à mesma etapa do desenvolvimento da atividade de modelagem (marcadas em cinza). E o segundo, que denominarei *intervenções divergentes*, são aquelas que acontecem em uma determinada etapa do desenvolvimento da atividade, mas se referem a outras etapas (não marcadas).

Vamos tomar como exemplo a etapa da escolha do tema. Na segunda coluna do quadro 8, é possível perceber que as intervenções do professor Henrique fazem referência às cinco etapas identificadas por meio da análise dos dados (a própria escolha do tema, a formulação do

problema, a coleta de dados, a matematização e a produção do modelo matemático). Nos trechos V03MEC, V04MEC, V05MEC, V06MEC, V07MEA, V08MEA, V09MEA, V10MEA, V11MEA, identificou-se intervenções que se relacionavam à escolha do tema. Dessa forma, essas intervenções são denominadas convergentes, por acontecerem e se relacionarem à mesma etapa na qual foram observadas. Por outro lado, nos trechos V06MEC, V09MEA, V10MEA, V10MEA, V11MEA, V09MEA, V10MEA, V11MEA, V10MEA identificou-se intervenções que se relacionavam com a formulação do problema, com a coleta de dados, com a matematização e com a produção do modelo matemático. Assim, essas intervenções podem ser denominadas divergentes, por se relacionarem com etapas diferentes daquela na qual foram identificadas.

Esses dois grandes grupos de intervenções (convergentes e divergentes) ajudam a entender como ocorre o processo de intervenção em atividades de modelagem, pois apontam para um não sequenciamento das ações do professor.

A partir da análise dos dados, podemos, então, perceber que:

- as intervenções de *esclarecer* e *sugerir* (VERONEZ; CASTRO, 2018) são mais frequentes nas etapas de escolha do tema e de formulação do problema, respectivamente;
- as intervenções de um professor podem se referir à etapa em que ela é realizada ou a uma etapa diferente do desenvolvimento de uma atividade de modelagem.

A seguir, nas considerações finais desta pesquisa, apresento um fechamento para as conclusões e os resultados deste estudo e discuto aspectos relativos à execução deste trabalho, desafios para a sua realização e questionamentos em aberto.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação se iniciou com a apresentação do contexto no qual uma pergunta de pesquisa se consolidou: o GDMEM e a realização de atividades de modelagem como estratégia para a promoção e formação de professores e futuros professores em modelagem matemática. Foi nessa conjuntura que eu descobri como transformar inquietações pessoais em perguntas de pesquisa. A partir da realização de um projeto de modelagem com alunos que eu mal conhecia, descobri que existiam aspectos de extrema relevância dessa atividade manifestavam em mim as mais diversas inseguranças. Naquele momento, a principal inquietação dizia respeito à intervenção docente em atividades de modelagem matemática. Diante desse quadro, na expectativa de refletir mais profundamente sobre esse questionamento, formulei a pergunta diretriz desta pesquisa: *como ocorre o processo de intervenção de um professor em atividades de modelagem matemática?*

A partir dessa pergunta, construí esta dissertação que se apresentou da seguinte maneira.

Na introdução, descrevi parte de minha trajetória acadêmica até a construção da pergunta de pesquisa. Além disso, apresentei três justificativas fundamentais para a relevância da pergunta diretriz. Em relação à justificativa pessoal, este trabalho objetivou esclarecer aspectos da modelagem que eu não conhecia e cujo conhecimento pudesse melhorar minha prática pedagógica. Sobre a justificativa acadêmica, apresentei os critérios que fundamentaram a relevância deste estudo para a área de educação matemática. E, sobre a justificativa social, acredito que este trabalho pode contribuir para a melhoria da prática de diversos outros professores que possuem as mesmas inquietações que eu.

Partindo da introdução para o capítulo 1, discuti aspectos teóricos relativos à modelagem na educação matemática. Tal discussão inclui o desenvolvimento de atividades dessa natureza, concepções e perspectivas da modelagem, esquemas, etapas e suas funções, modos de se organizar um ambiente de aprendizagem de modelagem, histórico da modelagem no Brasil, seu fortalecimento e sua consolidação como campo de pesquisa, entre outras coisas. O desenvolvimento desse capítulo possibilitou que a prática de modelagem, que seria narrada capítulos à frente, fosse compreendida desde o início de seu planejamento.

No capítulo 2, empreguei meus esforços em entender melhor as características de uma intervenção docente, em especial em atividades de modelagem matemática. Compreendi que o termo intervenção, historicamente, é carregado de interpretações negativas e que seu uso deve

ser feito com cuidado para evitar que as ações de intervenção não se confundam com práticas de opressão e cerceamento, as quais são associadas a essas ações em grande parte dos contextos em que elas se inserem. Na tentativa de construir uma compreensão para a intervenção docente em atividades de modelagem, apresentei alguns trabalhos da área que já discutiam essas ações do professor, o que me possibilitou descrever um entendimento que me guiaria durante todo o desenvolvimento dos próximos capítulos.

No capítulo 3, dedicado à metodologia, apresentei os aspectos metodológicos que guiaram a pesquisa de campo e a coleta e a produção dos dados. Esse capítulo, em particular, tem um papel crucial no desenvolvimento desta pesquisa, pois é nele que eu detalhei informações a respeito da prática pedagógica criada para a análise dos dados e esse foi o momento da pesquisa em que as mais diversas inseguranças surgiram. Acredito que se sentir inseguro em uma primeira grande pesquisa seja normal. Entretanto, quando as coisas não saem como o planejado, tudo aparenta estar naturalmente perdido. Com o tempo, e com a ampliação do quadro teórico-metodológico, percebi que pesquisas são assim. Alves-Mazzotti (1999) e Araújo e Borba (2017), por exemplo, destacam o *design* emergente de uma pesquisa e suas adaptações às possíveis adversidades ao longo do estudo. Neste, em particular, o meu desafio foi tentar encontrar meios de superar a interferência de fatores externos como uma Copa do Mundo de Futebol e uma festa junina. Não sei se as escolhas feitas para superar esses obstáculos foram as mais indicadas, mas tenho certeza que foram as melhores que eu consegui elaborar em um momento de tanta tensão.

No quarto capítulo, o de análise dos dados (provavelmente a parte mais importante de uma dissertação já que é o momento em que o pesquisador se mostra, a etapa em que se promove um diálogo entre a prática e a teoria e a fase em que se procura padrões e se faz inferências), me esforcei para compreender o processo de intervenção de um professor a partir de algumas etapas da modelagem matemática. Para isso, descrevi partes fundamentais da coleta e da produção dos dados e tentei, da melhor maneira possível, promover um diálogo entre esse material e a produção da literatura da área. Durante a descrição dos dados, foi possível perceber informações importantes que agora se configuram como resultados dessa pesquisa:

- durante a escolha do tema, é comum que as intervenções do professor em atividades de modelagem na educação matemática caracterizem-se como intervenções para *esclarecer* (VERONEZ; CASTRO, 2018). Isso é mais latente quando o grupo de alunos é inexperiente em relação ao desenvolvimento de atividades dessa natureza;



- intervenções para *sugerir* (VERONEZ; CASTRO, 2018) são as mais comuns durante a formulação do problema de uma atividade de modelagem na educação matemática e isso se caracteriza pelo aspecto exploratório dessa etapa, na qual os estudantes devem colher informações relevantes sobre o tema escolhido a fim de elaborarem um objetivo para o projeto de modelagem;
- a intervenção docente em atividades de modelagem na educação matemática não segue o mesmo sequenciamento das etapas em que, para alguns autores, a atividade de modelagem se organiza;
- é possível categorizar as intervenções docentes em atividades de modelagem na educação matemática em duas categorias: *intervenções convergentes*, que são aquelas nas quais o professor intervém em uma etapa específica e suas intervenções se referem, exatamente, àquela etapa; e as *intervenções divergentes*, nas quais a intervenção do professor se refere a etapas diferentes daquela em que ela acontece.

De modo geral, é possível responder à pergunta de pesquisa desta dissertação com esse conjunto de resultados obtidos por meio da análise dos dados selecionados. O processo de intervenção é sistema complexo no qual as intervenções docentes não seguem uma sequência predeterminada de momentos, etapas ou tarefas. O professor, ao intervir na atividade de modelagem de seus alunos, segue seu próprio percurso e o usa para conectar vários momentos da atividade. O professor intervém e, ao mesmo tempo, tem uma visão holística da atividade de modelagem, o que faz com que esse processo seja não-linear.

É fundamental, todavia, pontuar que as conclusões e os resultados encontrados nesta pesquisa foram influenciados pelo modo como os dados foram organizados. A partir de minha escolha em descrever e analisar os dados a partir das etapas da atividade de modelagem, foi possível observar o não sequenciamento das intervenções docentes e caracterizá-las como convergentes ou divergentes. Além disso, por ter me apoiado em autores como Veronez e Castro (2018), Leiß (2005) e Leiß e Wiegand (2005), pude perceber características específicas da intervenção docente em algumas etapas do desenvolvimento da atividade de modelagem. Ao mesmo tempo, essas escolhas possibilitaram que novas pesquisas fossem vislumbradas. Por exemplo:

- Existe uma relação entre a frequência das intervenções docentes e as etapas de desenvolvimento de uma atividade de modelagem? Se existe, qual (ou quais) é (são)?

- Quais são as consequências das intervenções docentes na atuação dos alunos durante o desenvolvimento de atividades de modelagem matemática?

Comecei esta pesquisa com uma inquietação pessoal que tinha como contexto as intervenções docentes em atividades de modelagem matemática. Desde os primeiros momentos (durante a realização, como professor, de uma atividade de modelagem) até hoje (escrevendo as palavras finais desta dissertação), julgo importante mencionar que foi essa inquietação que me manteve forte para finalizar um projeto pelo qual tenho enorme carinho e do qual me orgulho.

Também se faz importante refletir sobre a minha evolução pessoal enquanto professor e enquanto educador matemático que faz uso da modelagem em suas aulas. A pergunta de pesquisa desta dissertação surgiu a partir de uma tensão pessoal na necessidade de intervenção nas atividades de modelagem dos alunos. Hoje, essa tensão foi, de certa forma, superada. Esta pesquisa me mostrou que é possível intervir na atividade dos alunos sem comprometer o desenvolvimento dos mesmos. Vejo que a intervenção é um ajuste feito pelo professor para que os alunos possam usufruir, da melhor maneira possível, dos aprendizados fornecidos por meio da prática de modelagem.

E gostaria de terminar a dissertação do mesmo jeito que comecei, com a citação de Paulo Freire. Em uma entrevista, em 1970, Freire afirma que

“o professor é com certeza um artista, mas ser um artista não significa que ele ou ela possam criar um perfil, configurar um estudante. O que um educador faz em educação é possibilitar que os estudantes se tornem eles mesmos.” (1970, p. 181, tradução minha).<sup>68</sup>

Acho que essa frase representa bem o que é a intervenção docente em atividades de modelagem. Uma atividade dessa natureza tem um caráter significativo de formação do aluno, para o aluno e com o aluno. Assim, nenhuma intervenção deve objetivar a opressão ou o cerceamento do estudante, afinal, nós só queremos que os alunos se descubram.

---

<sup>68</sup> No original, “The teacher is of course an artist, but being an artist does not mean that he or she can make the profile, can shape the students. What the educator does in teaching is to make it possible for the students to become themselves.”

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L. M. W.; BRITO, D. O conceito de função em situações de Modelagem Matemática. **Zetetiké**, Campinas, v. 12, n. 23, jan./jun., 2005.
- ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. São Paulo: Contexto, 2012. 157 p.
- ALMEIDA, L. M. W.; VERTUAN, R. E. Discussões sobre “como fazer” modelagem matemática na sala de aula. In: ALMEIDA, M. W.; ARAÚJO, J. L.; BISOGNIN, E. (Orgs). **Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática**. Londrina: Eduel, 2011.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. O método nas ciências sociais. In: ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Editora Pioneira, 1999. Cap. 2, p. 107-188.
- ARAÚJO, J. L. **Cálculo, tecnologias e Modelagem Matemática**: as discussões dos alunos. 2002. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, São Paulo, 2002
- ARAÚJO, J. L. Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.
- ARAÚJO, J. L. Ser crítico em projetos de modelagem em uma perspectiva crítica de educação matemática. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**. Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 67-87, ago. 2012.
- ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. Construindo pesquisas coletivamente em Educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). **Pesquisa qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2017. p. 31-51.
- ARAÚJO, J. L.; LIMA, F. H. Construção de modelos matemáticos como transformação de objeto em produto. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2015, São Carlos (SP), **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2015. p. 1-15. 1 CD-ROM.
- ARAÚJO, J. L.; PINTO, T. F.; SOARES, N. C.; LIMA, F. H. Ações dos sujeitos da atividade diante de uma proposta de modelagem matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo (SP), **Anais...** São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2016. p. 1-12. 1 CD-ROM
- A VOLTA AO MUNDO EM 80 DIAS. In: **WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=A\\_Volta\\_ao\\_Mundo\\_em\\_80\\_Dias&oldid=57248991](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=A_Volta_ao_Mundo_em_80_Dias&oldid=57248991)>. Acesso em: 22 jan. 2020.
- BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. 253 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de

Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, São Paulo, 2001a.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Rio Janeiro: ANPED, 2001b. 1 CD-ROM.

BARBOSA, J. C. Modelagem Matemática: O que é? Por que? Como? **Veritati**, n. 4, p. 73-80, 2004.

BARBOSA, J. C. Mathematical modelling in classroom: a critical and discursive perspective. **ZDM – The International Journal on Mathematics Education**, Eggenstein, Leopoldshafen, v. 38, n. 3, p. 293-301, 2006.

BARBOSA, J. C. Teacher-Student Interactions in Mathematical Modelling. In: HAINES, C.; GALBRAITH, P.; BLUM, W.; KHAN, S. (Eds.). **Mathematical modelling: education, engineering and economics**. Chichester: Horwood Publishing Limited, p. 232–240, 2007.

BARBOSA, J. C. Modelagem e modelos matemáticos na educação científica. In: **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis. v. 2, n. 2, p. 69-85, jul. 2009.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. Editora Contexto: São Paulo, 2002.

BIEMBENGUT, M. S. 30 anos de modelagem matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria – Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 07-32, jul. 2009.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2005. 127p.

BLUM, W.; LEIß, D. How do students and teachers deal with mathematical modelling problems? In: HAINES, C.; GALBRAITH, P. L.; BLUM, W.; KHAN, S. (Eds.). **Mathematical modelling (ICTMA 12)**: Education, engineering and economics, Chichester, UK: Horwood, 2007, p. 222-231.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução M. J. Alvarez, S. B. Santos e T. M. Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Modelagem, calculadora gráfica, interdisciplinaridades na sala de aula de um curso de Ciências Biológicas. **Revista de Educação Matemática**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 63-70, 1997.

BORROMEO FERRI, R. Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. **ZDM – The International Journal on Mathematics Education**, Eggenstein, Leopoldshafen, v. 38, n. 2, p. 86-95, 2006.

BORROMEO FERRI, R. Modelling from a cognitive perspective: Individual modelling routes of pupils. In: HAINES, C.; GALBRAITH, P. L.; BLUM, W.; KHAN, S. (Eds.).

**Mathematical modelling (ICTMA 12):** Education, engineering and economics, Chichester, UK: Horwood, p. 260-270, 2007.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de Matemática na 5ª série**. 1987. 186 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, São Paulo, 1987.

BURAK, D. A modelagem matemática e a sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina (SC). **Anais...** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2004, p.1-10.

BURAK, D. Uma perspectiva de Modelagem Matemática para o ensino e a aprendizagem da Matemática In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. (Eds.). **Modelagem Matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações**, 2 ed. rev. ampl., Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 33-54, jul. 2009.

CALDEIRA, R. R. **Cálculo em ação, modelagem e parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias**. 2014. 229 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2014.

CAMELO, F. J. **Contribuciones de ambientes de modelación matemática a la constitución de la subjetividad política**. 2017. 242 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2017.

CAMPOS, I. S. **Alunos em ambientes de modelagem matemática: caracterização do envolvimento a partir da relação com o *background* e o *foreground***. 2013. 204 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2013.

CAMPOS, I. S. **A divisão do trabalho no ambiente de aprendizagem de modelagem matemática segundo a educação matemática crítica**. 2018. 255 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2018

CARDOSO, R. M.; VARRÉRE, A. P. N.; TROVÃO, F. C. S. Os fitoquímicos e seus benefícios na saúde. **Einstein: Educação Continuada em saúde**, 2009, p. 106-109.

CARVALHO, R. W. F.; PEREIRA, C. U.; LAUREANO FILHO, J. R.; VASCONCELOS, B. C. E. O paciente cirúrgico: parte I. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial**, Camaragibe, v. 10, n. 4, p. 85-92, out./dez. 2010.

CRUZ, W. F. N.; ARAÚJO, J. L. Concepções de aprendizagem presentes nos trabalhos apresentados na IX CNMEM. CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 10., 2017, Maringá (PR). **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2017.

CRUZ, W. F. N.; PAZ, A.; MANCERA, G. A aprendizagem em modelagem matemática na educação matemática. ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2018, Ituiutaba (MG). **Anais...** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2018.

D'AMBRÓSIO, U. **Educação matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996.

D'AMBRÓSIO, U. Sociedade, cultura, matemática e o seu ensino. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 1, p. 99-120, 2005.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, n.45, p.57-67, 2013.

FERREIRA, A. B. H. **Mini Aurélio século XXI: o minidicionário da língua portuguesa**. 4. ed. revisada e ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

FERREIRA, V. R. T.; MOUSQUER, D. N. Observação em psicologia clínica. **Revista de Psicologia da UnC**. Vol. 2, n.1, p. 54-61, 2004.

FREIRE, P. Educational practice. In: HORTON, M.; FREIRE, P. (Eds.). **We make the road by waling: conversations on education and social change**. Temple University Press: Philadelphia, 1990. Cap. 4, p. 145-197.

FREITAS, M. T. A. **A pesquisa em educação: questões e desafios**. Vertentes, n.29, p.28-37, jan./jun., 2007.

FREITAS, M. T. A.; RAMOS, B. S. **Fazer Pesquisas na Abordagem Histórico-Cultural: metodologias em construção**. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010, 196p.

FREITAS, W. S. **A matematização crítica em projetos de modelagem**. 2013. 261 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2013.

GIBRAM, D. F. R. **Concepções de aprendizagem em trabalhos apresentados na VI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática**. 2011. Monografia (Especialização em Matemática para Professores) – Instituto de Ciências Exatas (ICEx), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011.

GODOY, A. S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai/jun, 1995.

HERMINIO, M. H. G. B. **O processo de escolha dos temas dos Projetos de Modelagem Matemática**. 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, São Paulo, 2009.

JACCOUD, M.; MAYER, R. A observação direta e a pesquisa qualitativa. In: POUPART, J. et al. (Orgs.). **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2010. p.254-94.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **ZDM – The International Journal on Mathematics Education**, Eggenstein, Leopoldshafen, v. 38, n. 3, p. 302-310, jun. 2006.

KLÜBER, T. E.; CALDEIRA, A. D. O que é isto, a Modelagem Matemática para e na Educação Matemática? In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2008, Rio Claro, SP. **Anais...** Rio Claro: UNESP, 2008.

LEIß, D. Teacher intervention versus self-regulated learning? **Teaching Mathematics and its Applications**, v. 24, n.2-3, p. 75-89, 2005.

LEIß, D.; WIEGAND, B. A classification of teacher interventions in mathematics teaching. **ZDM – The International Journal on Mathematics Education**, v. 37, n. 3, p. 240-245, 2005.

LIMA, F. H. Um método de transcrições e análise de vídeos: a evolução de uma estratégia. In: ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2015, São João Del Rey. **Anais...** São João Del Rey: UFSJD, 2015.

MANCERA, G. **Conocer reflexivo en contextos de modelación matemática desde una perspectiva socio crítica**. 2020. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2020.

MARTINS, D. A. **A disciplina modelagem na educação matemática na UFMG: percepções junto a estudantes e egressos do curso de licenciatura em Matemática**. 2017. 175 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2017.

MELILLO, C. R. **A dualidade na formação no ensino profissionalizante em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática**. 2017. 227 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2017.

MENEZES, L. O discurso do professor de Matemática. **Educação e Matemática**, p. 5-11, 1997.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

NISS, M.; BLUM, W.; GALBRAITH, P. L. Introduction. In: BLUM, W.; GALBRAITH, P.; HENN, H.; NISS, M. (Ed.). **Modelling and Applications in Mathematics Education: the 14th ICMI study**, New York: Springer, 2007. p. 3-32.

OLIVEIRA, A. M. P. **Modelagem matemática e as tensões nos discursos dos professores**. 2010. 199 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal de Feira de Santa, Salvador, Bahia, 2010.

OLIVEIRA, A. M. P.; BARBOSA, J. C. A primeira experiência de Modelagem Matemática e a tensão do “próximo passo”. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBEM, 2007.

PAIS, J. M.; BLASS, L. M. S. **Tribos urbanas: produção artística e identidades**. Annablume, 2004.

PENTEADO, M. G. - Computer-based learning environments: risks and uncertainties for teachers. *Ways of Knowing Journal*, Vol. I, no. 2 Autumn, p. 23-35, 2001.

PONTE, J. P.; BROCADO, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações matemáticas na sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2003.

POWELL, A.; FRANCISCO, J.; MAHER, C. Uma abordagem à Análise de Dados de Vídeo para investigar o desenvolvimento de ideias e raciocínios matemáticos de estudantes. Tradução de Antônio Olímpio Junior. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**. Rio Claro, n. 21, 2004.

ROCHA, A. P. R. P. **Realidade, matemática e modelagem**: as referências feitas pelos alunos. 2015. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2015.

SANTANA, T. S.; BARBOSA, J. C. A intervenção do professor em um ambiente de modelagem matemática e a regulação da produção discursiva dos alunos. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro (SP), v. 26, n. 43, p. 991-1020, ago. 2012.

SBEM. **XI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática**, 2019. Página inicial. Disponível em: <<http://eventos.sbem.com.br/index.php/cnmem/2019>>. Acesso em: 20 de dez. de 2019.

SILVA, A. C. **A modelagem na formação de professores de matemática no Brasil**: trabalhos apresentados em um congresso. 2009. Monografia (Especialização em Matemática para Professores) – Instituto de Ciências Exatas (ICEx), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2009.

SILVA, A. C. **Possibilidades e limites vivenciados por uma professora em sua primeira experiência com modelagem na educação matemática**. 2012. 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2012.

SILVA, L. A.; OLIVEIRA, A. M. P. Quando a escolha do tema em atividades de modelagem matemática provém do professor: o que está em jogo? **Acta Scientia: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. Canoas, v. 17, n. 1, p. 40-56, jan./abr. 2015.

SILVA, L. A.; OLIVEIRA, A. M. P. A resistência à transformação do texto pedagógico do planejamento do ambiente de modelagem matemática na prática pedagógica escolar. **UNIÓN, Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, n. 45, p. 96-116, 2016.

SILVA, L. I. A. **Discussões matemáticas de jovens e adultos em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática**. 2018. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2018.



SILVA, M. A. A. **Visualização geométrica em um ambiente de modelagem matemática**. 2020. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2020.

SILVEIRA, E.; CALDEIRA, A. D. Modelagem na Sala de Aula: resistências e obstáculos. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro (SP), v. 26, n. 43, p. 1021-1047, ago. 2012.

SKOVSMOSE, O. **Towards a philosophy of critical mathematics education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.

SKOVSMOSE, O. Cenários de investigação. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro (SP), n. 14, p. 66-91, 2000.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica: a questão da Democracia**. Campinas: Papirus, 2001.

TAMBARUSSI, C. M.; KLÜBER, T. E. Focos da pesquisa *stricto sensu* em Modelagem Matemática brasileira: considerações e reflexões. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 209-225, 2014.

TORISU, E. M. **Motivos para envolvimento em tarefas investigativas em aulas de Matemática à luz da Teoria da Atividade**: um estudo com alunos do Ensino Fundamental. 2014. 203 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação (FaE), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Minas Gerais, 2014.

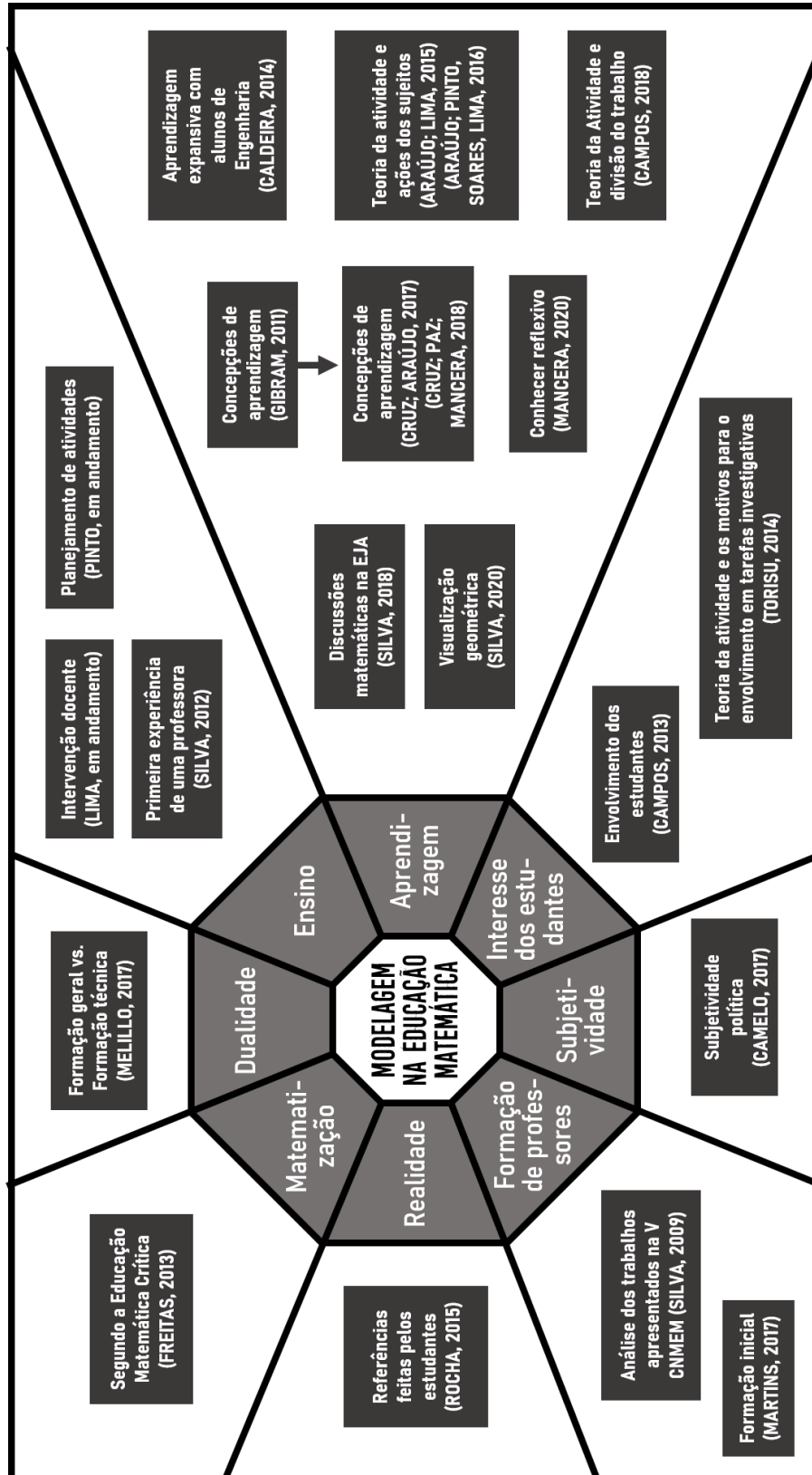
VERONEZ, M. R. D.; CASTRO, E. M. V. Intervenções do Professor em Atividades de Modelagem Matemática. **Acta Scientia: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. Canoas, v. 02, n° 03, p. 431-450, maio/jun. 2018.

WHATSAPP. In: **WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=WhatsApp&oldid=57333694>>. Acesso em: 21 de novembro de 2019.



# APÊNDICES

Apêndice A – Figura 2 ampliada



## Apêndice B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para o professor Henrique

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro professor(a),

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Um estudo sobre as intervenções de um professor em atividades de modelagem matemática” que pretende investigar como ocorre o processo de intervenção e a atuação de um professor nas atividades de modelagem matemática de seus alunos.

Essa pesquisa prevê a criação de um ambiente de aprendizagem durante as aulas de Matemática para a realização de uma atividade de modelagem matemática com os seus alunos durante o primeiro semestre de 2018. Serão realizadas observações, filmagens e gravações em áudio das atividades que acontecerão em sala de aula. Apenas os pesquisadores terão acesso a esses registros. Você participará das filmagens e gravações de áudio, assim como os alunos matriculados na disciplina cujos pais assim o consentirem. As filmagens e gravações em áudio serão armazenadas em formato digital no computador pessoal do pesquisador Fernando Lima e mantidas por até 5 anos após a coleta.

Eu, Fernando Henrique de Lima (pesquisador corresponsável), não poderei interferir nas suas decisões sobre duração das atividades, condução, métodos de avaliação dos alunos e quaisquer outras tarefas de sua responsabilidade. Desse modo, você terá total liberdade para conduzir suas aulas de Matemática e as atividades de modelagem da maneira que julga mais adequada e pertinente para o contexto das suas aulas.

Ao fim de cada aula em que houver a realização de atividades de modelagem matemática, pedirei a você que relate por escrito brevemente a sua atuação durante aquele dia. Estes relatos serão utilizados apenas como fonte de dados para a pesquisa.

Prevê-se, também, a realização de algumas entrevistas com você para esclarecimentos a respeito da sua prática docente antes e durante a realização das atividades de modelagem nas suas aulas. A entrevista será realizada onde melhor lhe convier e será individualizada. Como a sua participação é voluntária, caso decida participar, você tem toda a liberdade para interromper o processo quando assim desejar, sem sofrer qualquer espécie de penalidade.

Além disso, os pesquisadores irão guardar cópias de algumas tarefas realizadas em suas aulas que serão analisadas no futuro. O seu nome, o nome dos seus alunos e da sua escola serão retirados de todos os trabalhos e substituídos por outros. A sua participação nessa pesquisa será confidencial. Apenas os pesquisadores responsáveis terão acesso à sua identidade. Nenhuma informação que permita a sua identificação será revelada no caso de haver publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa.

A sua participação é voluntária, portanto, você pode deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, bem como se recusar a responder a qualquer questão específica sem qualquer punição.

É importante que você esteja ciente que este estudo possui alguns riscos como, por exemplo, constrangimento dos seus alunos ao responderem ou falarem alguma coisa perto do pesquisador ou o risco de exposição com a presença da câmera de vídeo tanto para você quanto para seus alunos. Para minimizá-los, pretendo acompanhar as suas aulas, com a sua permissão, desde o início do ano letivo para que você e seus alunos possam se acostumar com a minha presença e só gravarei e filmarei as suas falas e de seus alunos com a sua autorização, a autorização deles e a autorização de seus respectivos responsáveis. Ainda na tentativa de lhe deixar mais confortável, não julgarei sua atuação profissional durante as aulas. Meu foco está em compreender como você atua durante as atividades de modelagem matemática sem fazer qualquer julgamento de valor e sem qualquer crítica à sua prática.

Importante, também, que você tenha ciência dos benefícios que este estudo pode fornecer. Mesmo sem o objetivo explícito de mudar a realidade das escolas do Brasil, essa pesquisa pode representar uma melhoria para a educação brasileira, para professores de matemática que atuam na educação básica e para alunos de matemática que podem ter a oportunidade de aprender essa disciplina através de uma didática mais autônoma de ensino.

Em caso de dúvidas, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis através dos telefones e endereços eletrônicos fornecidos nesse termo. Informações adicionais podem ser adquiridas no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais pelo telefone (31) 3409-4592; pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º ANDAR, SALA 2005 – Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270-901 ou pelo e-mail: coep@reitoria.ufmg.br.

Caso esteja de acordo com os termos deste consentimento, por favor, assine abaixo. Após sua assinatura e aceite, você receberá uma via deste termo devidamente assinada.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do RG \_\_\_\_\_, ACEITO participar da pesquisa intitulada “Um estudo sobre as intervenções de um professor em atividades de modelagem matemática”. Nesse sentido, AUTORIZO o pesquisador corresponsável Fernando Henrique de Lima a filmar e gravar as minhas aulas em que houver a realização de atividades de modelagem matemática. Também aceito escrever relatos diários sobre a minha atuação docente e participar de entrevistas antes e durante a realização das atividades nas minhas aulas. DECLARO, ainda, estar ciente que posso desistir de participar da pesquisa quando assim desejar, sem sofrer qualquer espécie de punição.

Local e Data: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do(a) professor(a): \_\_\_\_\_.

Pesquisadores:

Nós garantimos que este termo de consentimento será seguido e que responderemos, da melhor maneira possível, a quaisquer questões que o (a) participante colocar.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Jussara de Loiola Araújo  
(pesquisadora responsável)

\_\_\_\_\_  
Fernando Henrique de Lima  
(pesquisador corresponsável)

Em caso de dúvidas com relação à pesquisa e/ou aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar: Fernando Henrique de Lima (pesquisador corresponsável – mestrando). Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627, Faculdade de Educação; Programa de Pós-graduação em Educação; Campus Pampulha; Belo Horizonte, MG – Brasil; CEP.: 31270-901; e-mail: delima.fernando@gmail.com; telefone: (31) 994768284. Essa pesquisa é orientada pela Profa. Dra. Jussara de Loiola Araújo; e-mail: jussara.loiola@gmail.com.

**Apêndice C – Termo de anuência para o colégio Lavigne**

## TERMO DE ANUÊNCIA

Ao Colégio Lavigne,

Ao Prof. XXXXXXXX,

Solicitamos autorização para que o mestrando Fernando Henrique de Lima, do Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, da Faculdade de Educação, da Universidade Federal de Minas Gerais, sob orientação da Profa. Dra. Jussara de Loiola de Araújo, desenvolva com um dos docentes desta instituição uma pesquisa para a elaboração da dissertação de mestrado intitulada “Um estudo sobre as intervenções de um professor em atividades de modelagem matemática”.

Atenciosamente,

---

Jussara de Loiola Araújo  
*Pesquisadora responsável*  
jussara.loiola@gmail.com

---

Fernando Henrique de Lima  
*Pesquisador responsável*  
delima.fernando@gmail.com

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO

De acordo com o exposto acima, AUTORIZAMOS os pesquisadores Fernando Henrique de Lima e Jussara de Loiola Araújo, do Mestrado em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, da Universidade Federal de Minas Gerais a realizarem, nesta instituição, a pesquisa acima mencionada, no ano de 2018, de acordo com as tarefas previstas no projeto que orienta a pesquisa citada.

---

XXXXXXXX  
Diretor do colégio Lavigne

Informações adicionais podem ser adquiridas no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais pelo telefone (31) 3409-4592; e pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º ANDAR, SALA 2005 – Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270-901 ou pelo e-mail: coep@reitoria.ufmg.br.

**Apêndice D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para os responsáveis dos alunos**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

## DESTINADO AOS RESPONSÁVEIS DE ALUNOS DO COLÉGIO LAVIGNE

Caro pai, mãe ou responsável,

Seu(ua) filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Um estudo sobre as intervenções de um professor em atividades de modelagem matemática” que pretende investigar aspectos da atuação do seu professor de matemática durante a realização de algumas atividades. Mais especificamente, nosso objetivo é compreender como ocorre o processo de intervenção e a atuação de um professor em atividades de modelagem matemática.

Serão realizadas observações, filmagens e gravações em áudio das atividades que acontecerão em sala de aula. Apenas os pesquisadores terão acesso a esses registros. Participarão das filmagens e gravações em áudio o professor da disciplina de Matemática e os alunos matriculados na disciplina cujos pais assim o consentirem. As filmagens e gravações em áudio serão armazenadas em formato digital no computador pessoal do pesquisador Fernando Lima e mantidas por até 5 anos após a coleta.

Os pesquisadores irão guardar cópias de algumas tarefas realizadas em sala de aula que serão analisadas no futuro. Os nomes do professor, dos alunos e da escola serão retirados de todos os trabalhos e substituídos por outros. A participação de seu filho(a) será confidencial. Apenas os pesquisadores responsáveis terão acesso a identidade dele(a). Nenhuma informação que permita a identificação de seu(ua) filho(a) será revelada no caso de haver publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa.

A participação de seu filho(a) é voluntária e ele(a) pode deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, bem como se recusar a responder a qualquer questão específica sem qualquer punição.

É importante que você esteja ciente que este estudo possui alguns riscos como, por exemplo, constrangimento do seu filho(a) ao responder ou falar alguma coisa perto do pesquisador ou o risco de exposição com a presença da câmera de vídeo. Para minimizá-los, pretendo acompanhar as aulas do professor do seu filho(a) desde o início do ano letivo para que ele possa se acostumar com a minha presença e só gravarei e filmarei as falas dele com a sua autorização e a dele(a). Ainda na tentativa de deixar seu filho(a) mais confortável, não julgarei a participação dele durante as aulas ficando a critério do professor o modo como ele será avaliado.

Importante, também, que você tenha ciência dos benefícios que este estudo pode fornecer. Mesmo sem o objetivo explícito de mudar a realidade das escolas do Brasil, essa pesquisa pode representar uma melhoria para a educação brasileira, para professores de matemática que atuam na educação básica e para alunos de matemática que podem ter a oportunidade de aprender essa disciplina através de uma didática mais autônoma de ensino.

Em caso de dúvidas, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis através dos telefones e endereços eletrônicos fornecidos nesse termo. Informações adicionais podem ser adquiridas no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais pelo telefone (31) 3409-4592; pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º ANDAR, SALA 2005 – Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270-901 ou pelo e-mail: [coep@reitoria.ufmg.br](mailto:coep@reitoria.ufmg.br).

Caso esteja de acordo com os termos deste consentimento, por favor, assine abaixo. Após sua assinatura e aceite, você receberá uma via deste termo devidamente assinada.

Eu, \_\_\_\_\_, responsável pelo(a) aluno(a) \_\_\_\_\_ AUTORIZO a sua participação na pesquisa acima descrita e a utilização dos dados obtidos para fins de pesquisa científica.

Local e Data: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do responsável pelo(a) aluno(a): \_\_\_\_\_.

Pesquisadores:

Nós garantimos que este termo de consentimento será seguido e que responderemos, da melhor maneira possível, a quaisquer questões que o (a) participante colocar.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Jussara de Loiola Araújo  
(pesquisadora responsável)

\_\_\_\_\_  
Fernando Henrique de Lima  
(pesquisador corresponsável)

Em caso de dúvidas com relação à pesquisa e/ou aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar: Fernando Henrique de Lima (pesquisador corresponsável - mestrando). Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627, Faculdade de Educação; Programa de Pós-graduação em Educação; Campus Pampulha; Belo Horizonte, MG – Brasil; CEP.: 31270-901; e-mail: delima.fernando@gmail.com; telefone: (31) 994768284. Essa pesquisa é orientada pela Profa. Dra. Jussara de Loiola Araújo; e-mail: jussara.loiola@gmail.com.



**Apêndice E – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido para os estudantes.**

## TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

## DESTINADO AOS ALUNOS DO COLÉGIO LAVIGNE

Caro aluno(a),

Você está sendo convidado(a) a participar voluntariamente da pesquisa intitulada “Um estudo sobre as intervenções de um professor em atividades de modelagem matemática” que pretende investigar aspectos da atuação do seu professor de matemática durante a realização de algumas atividades. Mais especificamente, nosso objetivo é compreender como ocorre o processo de intervenção e a atuação de um professor em atividades de modelagem matemática.

Serão realizadas observações, filmagens e gravações em áudio das atividades que acontecerão em sala de aula. Apenas os pesquisadores terão acesso a esses registros. Você participará das filmagens e gravações em áudio, caso você e seu responsável assim permitam, bem como o seu professor de Matemática. As filmagens e gravações em áudio serão armazenadas em formato digital no computador pessoal do pesquisador Fernando Lima e mantidas por até 5 anos após a coleta.

Os pesquisadores irão guardar cópias de algumas tarefas realizadas em sala de aula que serão analisadas no futuro. O seu nome, o do seu professor e o da sua escola serão retirados de todos os trabalhos e substituídos por outros. A sua participação será confidencial. Apenas os pesquisadores responsáveis terão acesso à sua identidade. Nenhuma informação que permita a sua identificação será revelada caso ocorram publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa,

A sua participação é voluntária e você pode deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, bem como se recusar a responder a qualquer questão específica sem qualquer punição.

É importante que você esteja ciente que este estudo possui alguns riscos como, por exemplo, constrangimento ao responder ou falar alguma coisa perto do pesquisador ou o risco de exposição com a presença da câmera de vídeo. Para minimizá-los, pretendo acompanhar as aulas do seu professor desde o início do ano letivo para que você possa se acostumar com a minha presença e só gravarei e filmarei as suas falas com a sua autorização. Ainda na tentativa de lhe deixar mais confortável, não julgarei sua participação durante as aulas ficando a critério do seu professor como você será avaliado.

Importante, também, que você tenha ciência dos benefícios que este estudo pode fornecer. Mesmo sem o objetivo explícito de mudar a realidade das escolas do Brasil, essa pesquisa pode representar uma melhoria para a educação brasileira, para professores de matemática que atuam na educação básica e para alunos de matemática que podem ter a oportunidade de aprender essa disciplina através de uma didática mais autônoma de ensino.

Em caso de dúvidas, você pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis através dos telefones e endereços eletrônicos fornecidos nesse termo. Informações adicionais podem ser adquiridas no Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais pelo telefone (31) 3409-4592; pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º ANDAR, SALA 2005 – Campus Pampulha, Belo Horizonte, MG – CEP: 31270-901 ou pelo e-mail: coep@reitoria.ufmg.br.

Caso esteja de acordo com os termos deste consentimento, por favor, assine abaixo. Após sua assinatura e aceite, você receberá uma via deste termo devidamente assinada.

Eu, \_\_\_\_\_, DECLARO que aceito participar dessa pesquisa e que estou ciente de que os dados obtidos poderão ser utilizados para fins de pesquisa científica.

Local e Data: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do aluno(a): \_\_\_\_\_.

Pesquisadores:

Nós garantimos que este termo de assentimento será seguido e que responderemos, da melhor maneira possível, a quaisquer questões que o (a) participante colocar.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Jussara de Loiola Araújo  
(pesquisadora responsável)

\_\_\_\_\_  
Fernando Henrique de Lima  
(pesquisador responsável)

Em caso de dúvidas com relação à pesquisa e/ou aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar: Fernando Henrique de Lima (pesquisador responsável - mestrando). Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627, Faculdade de Educação; Programa de Pós-graduação em Educação; Campus Pampulha; Belo Horizonte, MG – Brasil; CEP.: 31270-901; e-mail: delima.fernando@gmail.com; telefone: (31) 994768284. Essa pesquisa é orientada pela Profa. Dra. Jussara de Loiola Araújo; e-mail: jussara.loiola@gmail.com.

