



Modelagem matemática nas dissertações de um Mestrado Profissional

Marilaine de Fraga Sant'Ana¹

Alvino Alves Sant'Ana²

Resumo: Neste trabalho, investigamos as dissertações que tratam de modelagem matemática apresentadas em um Mestrado Profissional, entre os anos 2007 e 2020. Para tal, foi realizada uma Análise Textual Discursiva, com *corpus* constituído por dezesseis resumos de dissertações, e são apresentadas duas categorias: *Ambiente Crítico*, composta pelas unidades de análise *Ambientes de Aprendizagem*, *Crítica e Reflexão* e *Comunidade de Atuação*; e *Compartilhamento de Responsabilidades*, composta pelas unidades de análise *Autonomia* e *Papel do Professor*. As duas categorias são entrelaçadas pelas concepções de modelagem matemática assumidas pelos autores das dissertações, bem como por suas vivências no Mestrado Profissional, o que é visto como um impacto na Escola Básica da formação desenvolvida pelo Programa.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Análise Textual Discursiva. Mestrado Profissional. Ambiente Crítico. Compartilhamento de Responsabilidades.

Mathematical Modeling in Professional Master's Dissertations

Abstract: In this work we investigate the dissertations that deal with Mathematical Modeling presented in a Professional Masters Course, between the years 2007 and 2020. To this end, a discursive textual analysis was performed, with a corpus consisting of 16 dissertation abstracts and two categories are presented: *Critical Environment*, comprising the units of analysis *Learning Environments*, *Criticism and Reflection* and *Community of Action*; and *Sharing Responsibilities*, made up of the *Autonomy* and *Teacher Role* analysis units. The two categories are intertwined by the conceptions of Mathematical Modeling assumed by the authors of the dissertations, as well as for their experiences in the Program, which is seen as an impact on the Basic School of the training developed by the Program.

Keywords: Mathematical Modeling. Discursive Textual Analysis. Professional Masters. Critical Environment. Sharing of Responsibilities.

Modelación Matemática en las Disertaciones de una Maestría Profesional

Resumen: En este trabajo investigamos las disertaciones que versan sobre modelación matemática presentadas en una Maestría Profesional en Enseñanza de las Matemáticas, entre los años 2007 y 2020. Para ello, se realizó un análisis textual discursivo, con un corpus compuesto por 16 resúmenes de disertaciones y se presentan dos categorías: *Ambiente Crítico*, integrado por las unidades de análisis *Ambientes de Aprendizaje*, *Crítica y Reflexión* y *Comunidad de Acción*; y *Responsabilidades Compartidas*, compuesta por las unidades de análisis *Autonomía*

¹ Doutora em Matemática. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Rio Grande do Sul, Brasil. ✉ marilaine@mat.ufrgs.br 
<https://orcid.org/0000-0002-6142-6510>.

² Doutor em Matemática. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Rio Grande do Sul, Brasil. ✉ alvino@mat.ufrgs.br 
<https://orcid.org/0000-0002-3488-9667>.

y *Rol del Docente*. Las dos categorías se entrelazan por los conceptos de modelación matemática asumidos por los autores de las disertaciones, así como por sus experiencias en el Programa, lo que se percibe como un impacto en la Escuela Básica de la formación desarrollada por el Programa.

Palabras clave: Modelación Matemática. Análisis Textual Discursivo. Maestría Profesional. Ambiente Crítico. Responsabilidades Compartidas.

1 Introdução

Neste trabalho, com o apoio da Análise Textual Discursiva (Moraes e Galiazzi, 2016), voltamos nossos olhares para a produção de dissertações de um Mestrado Profissional, nas quais a modelagem matemática configura-se como tema. Discorreremos, a seguir, sobre o Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGEMAT), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O PPGEMAT da UFRGS foi criado em 2004, com ingresso da primeira turma no ano de 2005, na modalidade Mestrado Profissional, por professores do Instituto de Matemática e Estatística (IME) e da Faculdade de Educação (FACED), com objetivos relacionados à melhoria da qualificação profissional de docentes que ensinam matemática. De acordo com o regimento, o curso

[...] tem por objetivo o desenvolvimento profissional de professores de Matemática e o fomento à pesquisa na área de Educação Matemática [...] aberto a professores de Matemática em exercício na educação básica, nos níveis fundamental, médio, na educação profissional técnica ou em cursos de formação de professores (UFRGS, 2004, p. 1).

O corpo docente do Programa sofreu diversas alterações ao longo dos anos, mas se manteve diverso, contando com profissionais com formação em Educação Matemática; Educação; Matemática Pura; Matemática Aplicada e Informática na Educação. Essa diversidade refletiu nas cinco linhas de pesquisa: Formação de Professores e Novas Tendências; Ensino de Tópicos Específicos de Matemática: Abordagens Alternativas; Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação na Educação Matemática; Ensino de Matemática Aplicada com Abordagem Analítica e Computacional; e Ensino e Aprendizagem de Matemática e Estatística. Na última linha, estão concentradas as investigações sobre modelagem matemática.

O curso manteve-se ativo mesmo após a criação do Mestrado Acadêmico, em 2017. Porém, diante da incompatibilidade de serem mantidos dois cursos (Profissional e Acadêmico) simultâneos em um mesmo programa, seu encerramento foi

encaminhado em 2020. O Mestrado Profissional tem 147 dissertações concluídas, decorrentes de pesquisas desenvolvidas a partir de práticas em sala de aula. Cada dissertação tem, pelo menos, um produto técnico ou tecnológico associado, o qual é desenvolvido e avaliado no decorrer da pesquisa.

Os estudantes formados pelo programa no Mestrado Profissional ingressavam via processo seletivo, com exigência de, no mínimo, dois anos de experiência docente. Das problematizações de suas salas de aula, emergiram a maioria das questões de pesquisa e elas foram ambiente das investigações e de aplicação dos produtos técnicos e tecnológicos que são parte integrante das dissertações.

Na próxima seção, tratamos sobre modelagem matemática, que configurou como tema de dezesseis dissertações do Mestrado Profissional.

2 Modelagem matemática

Práticas escolares pautadas pela modelagem matemática tem sido fonte de muitas pesquisas, as quais adotam as concepções de diferentes autores, como Bassanezi (2002); Almeida e Vertuan (2011); Burak (1992) e Barbosa (2001; 2006). Porém, segundo Malheiros, Souza e Forner (2021), sua utilização em sala de aula não parece acompanhar esse ritmo: “[...] após cerca de quarenta anos de sua presença entre a comunidade de educadores matemáticos, percebemos que ela, quando não é desconhecida, é pouco utilizada nas escolas” (MALHEIROS; SOUZA e FORNER, 2021). Nessa trajetória, diversos trabalhos apontam para a urgência de produção científica de e para professores da Escola Básica, bem como de formação para a modelagem matemática, como enfatizam Sousa e Almeida (2021). Assim, desde os primeiros anos de funcionamento do PPGEMAT, há estudos e pesquisas envolvendo docentes e alunos que abordam a modelagem matemática tanto sob uma perspectiva teórica quanto prática e também acerca dos “conhecimentos associados ao fazer modelagem matemática” (SOUSA e ALMEIDA; 2021, p. 3).

Particularmente, temos atuado tomando a modelagem matemática proposta por Barbosa (2001) como um ambiente de aprendizagem, em que os estudantes são convidados à investigação, por meio da matemática, de situações com referência na realidade. Nessa perspectiva, entende-se por ambiente de aprendizagem o conjunto de todas as condições de aprendizagem disponibilizadas aos educandos, conforme Skovsmose (2000).

Barbosa (2001) apresenta três diferentes possibilidades para aliar a modelagem matemática à prática escolar: são os casos 1, 2 e 3 destacados no Quadro 1. A numeração dos casos refere-se à divisão de tarefas entre professores e alunos. No caso 1, apenas a resolução é compartilhada entre docente e discentes; no caso 2, também a simplificação e a coleta de dados são compartilhadas; já no caso 3, todas as ações são compartilhadas, o que inclui a escolha do tema.

Quadro 1: Divisão em casos na modelagem matemática

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Elaboração da situação-problema	Professor	Professor	Professor/Aluno
Simplificação	Professor	Professor/Aluno	Professor/Aluno
Coleta de dados	Professor	Professor/Aluno	Professor/Aluno
Resolução	Professor/Aluno	Professor/Aluno	Professor/Aluno

Fonte: Barbosa (2001, p. 9).

Descrevemos, a seguir, a metodologia usada para análise dos dados da pesquisa, ponderando quanto a não neutralidade de nossos olhares, que são balizados pela perspectiva teórica que pauta nossas práticas e pesquisas envolvendo modelagem matemática.

3 Análise Textual Discursiva

A Análise Textual Discursiva (ATD) pode ser vista, segundo Moraes e Galiazzi (2016), como situada entre a Análise de Conteúdo, mais objetiva e descritiva, e a Análise de Discurso, mais crítica e interpretativa. Enquanto a Análise de Conteúdo busca a compreensão e admite teorias emergentes da análise, a Análise do Discurso exige teorias fortes admitidas com antecedência. A ATD aceita tanto o manifesto quanto o latente, tanto teorias *a priori* quanto emergentes, ponderando que sempre há uma perspectiva teórica que é inerente ao pesquisador, decorrente de suas experiências de estudo e pesquisa. Segundo os autores,

[...] a análise textual discursiva pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que os entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES e GALIAZZI, 2016, p. 34).

Após a composição do *corpus* a ser analisado, podemos iniciar o ciclo de análises, sendo a primeira componente a unitarização, buscando determinar as

unidades de análise que nos permitirão categorizar as partes componentes dos textos que formam o *corpus* a ser analisado. Segundo Moraes e Galiazzi (2016):

A desconstrução e a unitarização do corpus consistem num processo de desmontagem ou desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes. Significa colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes dos textos, um processo de decomposição requerido por qualquer análise (MORAES e GALIAZZI, 2016, p. 40).

Após a leitura dos textos, foram feitos recortes de forma independente pelos autores da pesquisa, produzindo excertos, codificados para sua posterior identificação. De acordo com os objetivos da pesquisa, foram escolhidos aqueles que seriam utilizados para a definição das unidades de análises. Destacamos que uma mesma unidade de análise pode estar relacionada a mais de uma categoria (MORAES e GALIAZZI, 2016).

O *corpus* tratado nesta pesquisa é formado por resumos de dissertações apresentadas entre os anos 2007 e 2020 junto ao Mestrado Profissional do PPGEMAT da UFRGS. Para a seleção desses resumos, foram feitas pesquisas no Lume, repositório digital da referida universidade, bem como na página do PPGEMAT, usando as palavras-chave “modelagem” e “modelagem matemática”. Nessa busca, dentre as 147 dissertações publicadas, selecionamos dezesseis, identificadas no Quadro 2, no qual podemos ver o título, autor, ano da publicação, assim como o código que atribuímos para o tratamento nesta pesquisa (formado por três caracteres, sendo que os dois primeiros são referentes ao ano de publicação da dissertação, seguidos da letra A, B ou C, conforme a necessidade de diferenciar dissertações publicadas em um mesmo ano).

Quadro 2: *Corpus* da Análise Textual Discursiva

Código	Título da dissertação	Autor	Ano
20 ^a	Princípio fundamental da contagem e modelagem matemática nos Anos Finais do Ensino Fundamental	Manassés da Silva Batista	2020
19 ^a	Pesquisa estatística na comunidade como elemento potencial para o desenvolvimento das competências estatísticas	Diogo Israel Schwanck	2019
19B	<i>Game</i> para <i>smartphones</i> e ambientes de aprendizagem	Bernarda Souza de Menezes	2019
18 ^a	Modelagem na Educação Matemática com vistas à autonomia	Janaina Marquez	2018
18B	Modelagem matemática como ambiente de aprendizagem de estatística na Educação Básica	Minéia Bortole Machado	2018

16 ^a	A modelagem matemática na perspectiva sociocrítica: uma experiência em um curso de costureiras	Jéssica Adriane de Mello	2016
14A	O conceito de sustentabilidade em ambiente de modelagem matemática	Márcio Albano Lima	2014
13A	Modelagem matemática com fotografias	Josy Rocha	2013
13B	Modelagem matemática e sensores de temperatura em uma escola técnica do Rio Grande do Sul	Israel Matté	2013
13C	Modelagem matemática e manutenção de uma propriedade rural autossustentável	Thiago Troina Melendez	2013
12A	Modelagem matemática no projeto de um ginásio escolar	Rafael Zanoni Bossle	2012
12B	Modelagem geométrica e o desenvolvimento do pensamento matemático no Ensino Fundamental	Melissa Meier	2012
11A	Uma proposta de ensino de estatística na 8 ^a série/9 ^o ano do Ensino Fundamental	Elisa Daminelli	2011
11B	Modelagem matemática e introdução da função afim no Ensino Fundamental	Belissa Schonardie	2011
09A	Modelagem matemática na iniciação científica: contribuições para o Ensino Médio Técnico	Morgana Scheller	2009
07A	Matemática e educação sexual: modelagem do fenômeno da absorção/eliminação de anticoncepcionais orais diários	Marina Menna Barreto	2007

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a leitura, desconstrução e unitarização dos textos que compõem o *corpus* da pesquisa, iniciamos o processo de categorização. De acordo com Moraes e Galiazzi (2016), é preciso muito cuidado para a determinação das unidades de análise. É evidente que nossa perspectiva teórica influencia no posicionamento inicial da pesquisa e, por isso, é preciso ficar atento para identificar outros indicadores durante o processo. Como consequência natural de nosso envolvimento com a modelagem matemática, em especial na perspectiva proposta por Barbosa (2001; 2006) e já citada na seção sobre modelagem matemática, havia a certeza de que identificaríamos *Ambientes de Aprendizagem* e *Crítica e Reflexão* como duas unidades de análise. Além dessas, identificamos outras seis, que são: *Conteúdo*; *Tecnologias*; *Coleta de Dados*; *Autonomia*; *Papel do Professor*; e *Comunidade de Atuação*. Cinco das oito unidades de análise deram origem a duas categorias denominadas *Ambiente Crítico* e *Compartilhamento de Responsabilidades*.

4 Categoria Ambiente Crítico

Na fase de desconstrução dos resumos, percebemos uma relação muito estreita entre as unidades de análise *Ambientes de Aprendizagem* e *Crítica e*

Reflexão, emergindo, assim, uma categoria que chamamos de *Ambiente Crítico*, que também abarcou a unidade *Comunidade de Atuação*.

No Quadro 3, apresentamos as unidades de análise que formam a categoria *Ambiente Crítico*, bem como os excertos dos textos do *corpus*. Nesse quadro, identificamos os excertos com o uso de um código relacionado àquele que identifica as dissertações apresentadas no quadro anterior. Por exemplo, o código U2E1(20A) identifica o excerto 1 da unidade 2, retirado do resumo da dissertação (20A). Observamos que um mesmo excerto consta em duas unidades distintas: *Crítica e Reflexão* e *Comunidade de Atuação*, sob os códigos U4E4(14A) e U8E2(14A), respectivamente.

Destacamos cinco excertos, identificados no Quadro 3, nos quais percebemos a relação entre as unidades: U2E6(16A), U2E9(13B), U2E8(13A), U2E15(07A) e U4E6(07A). Nesses excertos, nota-se uma preocupação do professor com a construção de um ambiente no qual os temas possam ser debatidos de forma crítica, buscando um posicionamento dos alunos.

Quadro 3: Categoria *Ambiente Crítico*

Categoria <i>Ambiente Crítico</i>		
Unidades de Análise	Códigos dos Excerto	Excertos
U2 – Ambientes de Aprendizagem	U2E1(20A)	“Identificar e compreender evidências de ensino e aprendizagem de Matemática ao trabalharmos em um Ambiente de Aprendizagem de Modelagem Matemática voltado para os Princípios Fundamentais de Contagem.”
	U2E2(19A)	“[...] prática - ocorrida num ambiente de Modelagem Matemática, compondo um ambiente investigativo, definido por Skovsmose (2000) como cenário para investigação.”
	U2E3(19B)	“[...] conseguimos evidenciar o surgimento de um cenário para investigação cibernético de Modelagem Matemática.”
	U2E4(18A)	“[...] proposta de sequência de tarefas em um ambiente de aprendizagem de Modelagem Matemática, dividida em três partes, que são: o convite para realizar modelagem, uma experiência com a temática água e uma experiência com um tema de livre escolha. [...] Apoiada na teoria da Modelagem Matemática em uma perspectiva sociocrítica de Barbosa (2001), elaboração de perguntas em um ambiente de Modelagem Matemática de Sant’Ana e Sant’Ana (2009) e na Pedagogia da Autonomia de Paulo Freire (1996).”

	U2E5(18B)	“[...] experimentar a Modelagem Matemática como Ambiente de Aprendizagem na introdução de conteúdos programáticos de Estatística [...] ‘Um Ambiente de Modelagem Matemática favorece a aprendizagem de Estatística na Educação Básica?’ [...] Baseado nesse trabalho, julgamos que utilizar a Modelagem Matemática como Ambiente de Aprendizagem favorece a aprendizagem de Estatística [...]. Ao longo do trabalho desenvolvido junto aos alunos, percebemos uma evolução na compreensão dos conteúdos abordados. Atribuimos essa evolução ao maior envolvimento dos alunos nos Ambientes de Aprendizagem proporcionados pela Modelagem Matemática.”
	U2E6(16A)	“Os referenciais teóricos são a Educação Matemática Crítica segundo Skovsmose (2012) e a Modelagem Matemática em uma perspectiva sociocrítica de Barbosa (2001).”
	U2E7(14A)	“[...] a construção de conceitos em ambiente de Modelagem Matemática, segundo Barbosa (2004) [...] Construímos com os estudantes de um Pré-Vestibular Popular um projeto de Modelagem Matemática em um ambiente investigativo.”
	U2E8(13A)	“[...] incentivando os estudantes a participarem do processo de construção do próprio saber.”
	U2E9(13B)	“Além dos objetivos específicos, há a intenção de criar um ambiente de discussão que favoreça e incentive a participação dos alunos na construção do conhecimento.”
	U2E10(13C)	“[...] um cenário para investigação como ambiente para a atividade, seguindo os conceitos de Skovsmose.”
	U2E11(12A)	“O trabalho foi desenvolvido no segundo caso, proposto por Barbosa (2001a), mas transitou entre os diferentes ambientes de aprendizagem de Skovsmose (2000).”
	U2E12(11A)	“[...] o referencial teórico baseia-se na Modelagem Matemática de Barbosa e na proposta de Cenários para Investigação de Skovsmose. [...] Verificou-se que os Ambientes de Aprendizagem, que foram construídos durante as atividades, contribuíram para uma melhor compreensão dos conceitos trabalhados, inclusive oportunizando a revisão de outros conceitos da Matemática.”
	U2E13(11B)	“[...] a partir do emprego da Modelagem Matemática inserida em um cenário para investigação e compreendida como ambiente de aprendizagem. [...] Durante os encontros, houve transição entre os diferentes ambientes de aprendizagem de Skovsmose (2000), bem como entre os diferentes casos propostos por Barbosa (2001).”
	U2E14(09A)	“Esta dissertação descreve a análise de uma experiência de Modelagem Matemática entendida como um ambiente de aprendizagem, desenvolvida na disciplina de Projeto de Iniciação Científica.”
	U2E15(07A)	“[...] a Modelagem Matemática vista como um ambiente de aprendizado que valoriza tais experiências.”
U4 - Crítica e Reflexão	U4E1(19A)	“O desenvolvimento deste trabalho possibilitou aos estudantes uma reflexão crítica sobre seus questionamentos relacionados aos aspectos socioculturais, competência essa fundamental para o pleno desenvolvimento da cidadania.”

	U4E2(18B)	“[...] à medida que a aproximamos da realidade do estudante, desenvolver a autonomia dos alunos, estimulá-los à reflexão e a crítica de fatos oriundos da sociedade.”
	U4E3(16A)	“[...] investigar como é possível despertar o senso crítico das educandas, buscando encontrar a importância da Matemática na sociedade a partir de tarefas que lhes permitam refletir e interferir na realidade em que vivem [...]. A análise dessas contribuições aponta indicativos de reflexões e reações das alunas alinhadas com os interesses da Educação Matemática Crítica.”
	U4E4(14A)	“[...] utilizamos o tema gerador: sustentabilidade [...] importância do consumo consciente da água. Eles investigaram sobre o consumo excessivo de água da casa de uma das participantes do projeto e viram que com medidas simples podemos economizar a água do planeta, e mais, monetizar tal economia.”
	U4E6(07A)	“O problema em estudo é a contextualização da Matemática escolar e a responsabilidade social a ela associada, especialmente nas questões relativas à Educação Sexual.”
U8 - Comunidade de Atuação	U8E1(19A)	“[...] em comunhão aos preceitos da Modelagem Matemática [...] pesquisa estatística envolvendo a comunidade na qual a escola escolhida localiza-se [...] Tendo como ponto de partida a escolha do tema gerador - as residências da região [...] desenvolveu-se um instrumento para que os estudantes realizassem a coleta dos dados a fim de utilizá-los.”
	U8E2(14A)	“[...] utilizamos o tema gerador: sustentabilidade [...] importância do consumo consciente da água. Eles investigaram sobre o consumo excessivo de água da casa de uma das participantes do projeto e viram que com medidas simples podemos economizar a água do planeta, e mais, monetizar tal economia.”

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observamos que, na maioria dos resumos que compõem o *corpus* da pesquisa, encontramos alguma referência à construção de um ambiente de aprendizagem como proposto por Skovsmose (2000), com vistas a um cenário para investigação, no qual os alunos possam debater acerca dos temas escolhidos, contribuindo para a constituição do conhecimento de forma crítica, como nos excertos U2E2(19A), U2E3(19B), U2E10(13C), U2E11(12A) e U2E12(11A). Também, a movimentação entre diferentes ambientes de aprendizagem, sugerida por Skovsmose (2000), foi defendida explicitamente em U2E11(12A); U2E13(11B) e, de modo mais sutil, em U2E12(11A).

É possível inferir quanto à valorização da integração entre a Educação Matemática e a Educação Crítica, no sentido de Skovsmose (2001), nos resumos, como podemos ver nos excertos U4E1(19A), U4E2(18B), U4E3(16A), U4E4(14A) e U4E6(7A), que destacam reflexões dos estudantes sobre questões sociais, como preservação de recursos hídricos e educação sexual, por meio de práticas de modelagem matemática desenvolvidas em sala de aula. Também podemos destacar

que os temas oriundos de debates das comunidades nas quais as escolas estão inseridas favorecem essa integração, como fica evidenciado nos excertos U8E2(14A) e U8E1(19A).

Além da crítica, da investigação e do foco na comunidade, percebemos um reconhecimento da importância da liberdade para a escolha de temas, o que aparentemente contribuiu para maior participação dos alunos, tanto na construção do conhecimento quanto no desenvolvimento de sua criticidade. Percebemos essa relação nos excertos U2E4(18A) e U4E2(18B).

Há ainda evidências de relação entre a modelagem matemática vista como ambiente de aprendizagem, conectada com reflexões críticas, e a aprendizagem de conhecimentos específicos, como evidenciado em U2E7(14A), U2E8(13A) e U2E9(13B) e, ainda, de modo mais enfático em U2E5(18B), que conclui sobre a ocorrência de evolução na compreensão de conteúdos estatísticos por meio da modelagem matemática, vista como ambiente de aprendizagem, com tema emergente da realidade da comunidade.

A categoria *Ambiente Crítico* reúne excertos que atentam para práticas que favorecem a crítica, em particular, relacionada às questões emergentes da realidade social, do cotidiano da comunidade das escolas, o que pressupõe uma visão de modelagem matemática como ambiente de aprendizagem, embora haja a ponderação quanto à necessidade de alternância entre diferentes ambientes, congregando os paradigmas dos cenários para investigação e do exercício. Conclusões a partir dessas práticas parecem corroborar a defesa da aproximação entre a Educação Matemática e a Educação Crítica, inclusive como potencializador da aprendizagem de conhecimentos específicos associada à combinação entre modelagem matemática e temas sociais da comunidade.

5 Categoria Compartilhamento de Responsabilidades

Ao desmembrar os textos do *corpus*, diversos extratos evidenciam a influência dos ambientes proporcionados pela modelagem matemática em mudanças de comportamento de alunos e professores, em especial, propiciando uma divisão de responsabilidades na construção do conhecimento, contribuindo para que emergisse uma categoria, que denominamos de *Compartilhamento de Responsabilidades*, congregando as unidades de análise *Autonomia* e *Papel do Professor*, explicitada no

Quadro 4.

Quadro 4: Categoria *Compartilhamento de Responsabilidades*

Categoria <i>Compartilhamento de Responsabilidades</i>		
Unidades de análise	Códigos dos excertos	Excertos
U6 – Autonomia	U6E1(18A)	“Como a Modelagem Matemática pode contribuir como um meio do educando ser protagonista da sua aprendizagem, aspirando a sua autonomia? [...] na Pedagogia da Autonomia de Paulo Freire (1996), [...] o presente trabalho evidenciou que os estudantes podem ser ativos na construção dos seus conhecimentos. [...] e uma experiência com um tema de livre escolha.”
	U6E2(18B)	“O professor tem papel de incentivador da autonomia e capacidade dos alunos produzirem estratégias para resolverem problemas. [...] Trata-se de um plano de natureza aberta, no qual os conhecimentos prévios dos alunos e suas dúvidas têm maior responsabilidade no processo de aprendizagem.”
	U6E3(14A)	“Nossa posição em relação ao ensino é que o professor não é o detentor de todo o saber e também pode aprender em sala de aula. Para defender essa posição utilizamos Paulo Freire.”
	U6E4(13A)	“Analisamos (eu e os estudantes) [...] incentivando os estudantes a participarem do processo de construção do próprio saber.”
	U6E5(13B)	“Além dos objetivos específicos, há a intenção de criar um ambiente de discussão que favoreça e incentive a participação dos alunos na construção do conhecimento.”
U7 - Papel do Professor	U7E1(20A)	“Nos amparamos em Barbosa (2001) para estabelecer o Ambiente de trabalho e a atuação do professor pesquisador de modo cooperativo.”
	U7E2(19B)	“A prática foi desenvolvida por meio de um experimento de ensino, o que segundo Borba (2004), enfatiza a valorização da voz do estudante pesquisado. Assim, foi proposto o game aos alunos, de forma que a pesquisadora-professora pode observar a Matemática construída e praticada por eles e, também, como lidavam com as tecnologias digitais em sala de aula.”
	U7E3(18B)	“O professor tem papel de incentivador da autonomia e capacidade dos alunos produzirem estratégias para resolverem problemas. [...] Trata-se de um plano de natureza aberta, no qual os conhecimentos prévios dos alunos e suas dúvidas têm maior responsabilidade no processo de aprendizagem.”
	U7E4(14A)	“Nossa posição em relação ao ensino é que o professor não é o detentor de todo o saber e também pode aprender em sala de aula. Para defender essa posição utilizamos Paulo Freire.”
	U7E5(13B)	“Além dos objetivos específicos, há a intenção de criar um ambiente de discussão que favoreça e incentive a participação dos alunos na construção do conhecimento.”
	U7E6(09A)	“A Modelagem Matemática causou uma alteração na dinâmica de trabalho nos cenários, modificando as posturas do professor e alunos.”

Fonte: Elaborado pelos autores.

A unidade de análise *Autonomia* é subsidiada por extratos que trazem a autonomia como um objetivo das práticas de modelagem matemática que fazem parte das dissertações, seja de um modo mais sutil, como em U6E4(13A), que enfatiza o incentivo do professor para que os estudantes participem da construção de saberes, ou de modo mais evidente, como o extrato U6E1(18A), que traz uma pergunta de

pesquisa que indaga de forma explícita como a modelagem matemática pode contribuir na construção da autonomia dos discentes, ou ainda em U6E2(18B), que reconhece como parte do ofício do professor assegurar que se promova a autonomia, corroborando a ideia de que o docente comprometido com a democracia “[...] não pode negar-se o dever de, na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão” (FREIRE, 1996, p. 26).

Os excertos U6E2(18B), U6E3(14A) e U6E5(13B) fazem parte das duas unidades de análise, sendo codificados na unidade *Papel do Professor* como U7E3(18B), U7E4(14A) e U7E5(13B), respectivamente. Eles trazem o professor como incentivador da autonomia e do fomento ao desenvolvimento de estratégias próprias dos estudantes para a resolução de problemas na modelagem matemática e para a construção do conhecimento, tal como U7E2(19B). Particularmente, U6E3(14A) (ou U7E4(14A)) refere-se à Pedagogia de Paulo Freire (1996) como aporte para defender a fluidez dos papéis do professor em sala de aula.

Diferentes nuances da modelagem matemática transparecem nos excertos, como: relativa ao trabalho cooperativo, em U7E1(20A); uma atividade de natureza aberta, posição destacada em U7E3(18B) com vistas a uma postura mais ativa dos estudantes; e ambiente de aprendizagem, como U7E6(09A) e U7E1(20A). Todas apresentam incentivo à divisão de papéis de professores e de alunos, a fim de fomentar mais ação e responsabilidade discente. De modo mais específico, U7E6(09A) afirma que ocorreu uma mudança tanto na postura da professora quanto dos estudantes, alterando a dinâmica do ambiente.

Percebemos, em certa medida, a concretização de uma necessária mudança de paradigma, que é enfatizada por Meyer, Caldeira e Malheiros (2011). Os autores argumentam que a modelagem matemática necessita de uma mudança de postura do aluno, tendo que deixar de priorizar, como objetivos, obter nota e agradar ao professor, passando a ter um relacionamento mais direto com o conhecimento, mediado pelo docente. Mas, entendemos, concordando com Freire (1996), que a realização dessa transformação depende da disposição do professor para respeitar, até mesmo permitir, a autonomia dos estudantes.

Identificamos nos excertos o reconhecimento de que o movimento com vistas à construção de conhecimentos, ao empoderamento dos discentes e à autonomia depende fortemente de um incentivo docente, de uma disposição ao

compartilhamento de poder em sala de aula, uma vez que “a autonomia vai se constituindo na experiência de várias, inúmeras decisões, que vão sendo tomadas” (FREIRE, 1996, p. 107). Assim, é preciso que exercícios de compartilhamento de papéis entre professores e estudantes sejam promovidos, o que parece ser assumido por parte dos autores dos resumos.

Pensando de maneira geral, a categoria *Compartilhamento de Responsabilidades* abarca os diferentes formatos da relação professor-aluno e aluno-aluno na dinâmica escolar. Porém, percebemos que os extratos que compõem as unidades de análise *Autonomia* e *Papel do Professor* indicam uma conexão mútua entre os atos de ensinar e de aprender, tanto para professores quanto para alunos, o que se aproxima da autonomia no sentido de Freire (1996). Os excertos transparecem uma preocupação dos docentes com a construção de conhecimentos por parte dos discentes, que se revela nos objetivos de práticas relacionados à autonomia. Por outro lado, percebemos também a disposição desses professores ao compartilhamento de poder em sala de aula, que leva à flexibilização do papel de ensinar, permitindo-se aprender ou ser ensinado, delegando aos estudantes o papel de ensinar e, conseqüentemente, entender-se como detentor de conhecimento. Observamos, assim, uma relação de dependência entre as unidades *Autonomia* e *Papel do Professor*, que compõem a categoria *Compartilhamento de Responsabilidades*.

Um possível fator de influência nessa dinâmica pode ser o fato de grande parte dos resumos que compõem o *corpus* considerarem a modelagem matemática como ambiente de aprendizagem, como observado na categoria *Ambiente Crítico*, e se apoiarem na visão de Barbosa (2001; 2006) e em sua caracterização de três diferentes casos para aliar a modelagem matemática ao currículo de modo mais exequível ao professor, bem como na concepção de ambiente de aprendizagem de Skovsmose (2000). Essa percepção, ao centrar a atenção na totalidade de aspectos que compõem o ambiente de aprendizagem, também favorece o compartilhamento de papéis, ou seja, o *Compartilhamento de Responsabilidades* entre professores e estudantes é congruente ao modo como esses autores concebem a modelagem matemática.

6 Considerações finais

O PPGEMAT formou 147 mestres no Ensino de Matemática, na modalidade profissional, ao longo de 17 anos, impactando diretamente na Escola Básica do estado

do Rio Grande do Sul. De modo particular, as dezesseis dissertações, cujos resumos foram analisados, trataram de modelagem matemática, o que nos permite afirmar que o Programa contribuiu para difundir sua utilização em sala de aula.

Ao retomarmos aos dezesseis resumos que compõem o *corpus* desta pesquisa, desmembramos as ideias, desconstruindo os textos, no processo de unitarização e identificamos oito unidades de análise: *Conteúdo; Ambiente de Aprendizagem; Tecnologias; Crítica e Reflexão; Coleta de Dados; Autonomia; Papel do Professor; e Comunidade de Atuação.*

No processo de categorização, congregamos as unidades *Ambientes de Aprendizagem, Crítica e Reflexão e Comunidade de Atuação*, configurando a categoria *Ambiente Crítico*. Já as unidades *Autonomia e Papel do Professor* compuseram a categoria *Compartilhamento de Responsabilidades*.

A categoria *Ambiente Crítico* trata de uma visão que agrega a crítica à modelagem matemática e permite inferir sobre o favorecimento da aproximação entre a Educação Matemática e a Educação Crítica nas práticas que foram retratadas nas dissertações do Mestrado Profissional. A perspectiva social potencializou a aprendizagem quando associada às práticas, com destaque aos temas com origem na realidade das comunidades em que se localizam as escolas.

Já na categoria *Compartilhamento de Responsabilidades*, constatamos a conexão entre objetivos de práticas de modelagem matemática relacionados à autonomia e a disposição de professores à flexibilização de papéis em sala de aula, de modo a modificar a dinâmica escolar, com alunos mais atuantes e, conseqüentemente, mais responsáveis por sua aprendizagem. Tais alterações levaram os professores a assumirem riscos e a se perceberem também aprendentes. Pontuamos que o entendimento dos autores dos resumos sobre modelagem matemática, a saber, associada à ideia de ambientes de aprendizagem, foi importante para esse compartilhamento.

A interdependência das duas categorias elencadas poderia ser vista como uma fragilidade da Análise Textual Discursiva realizada, no sentido de questionarmos se não seria mais adequado reunirmos todas as cinco unidades em uma mesma categoria. Porém, argumentamos que é possível haver *Ambiente Crítico* sem *Autonomia* e vice-versa. Por um lado, o *Ambiente Crítico* poderia ser fomentado e induzido pelo professor, mediante questionamentos e elaboração de um material

dirigido para esse fim, sem uma vivência da *Autonomia* no ambiente. Por outro lado, a *Autonomia* poderia, também, ser vivenciada em um ambiente sem perspectiva crítica, como na exploração de problemas referentes à Matemática Pura, não envolvendo a realidade mundana. No *corpus* de nossa pesquisa, que retrata a modelagem matemática, há uma forte conexão entre as duas categorias, possivelmente decorrente da formação teórica desses professores e das práticas de modelagem matemática que vivenciaram como estudantes do Mestrado Profissional do PPGEMAT. Percebemos essa associação como uma evidência de impacto do Programa na Escola Básica.

Ainda há análises a serem feitas, especialmente considerando as três unidades que não fazem parte das duas categorias que emergiram da análise. Também há limitações do estudo a serem ponderadas, especialmente decorrentes do *corpus* da pesquisa, que considerou apenas os resumos das dissertações, e da perspectiva teórica dos pesquisadores, que direciona o olhar sobre o *corpus*.

Referências

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle; VERTUAN, Rodolfo Eduardo. Discussões sobre como fazer modelagem matemática na sala de aula. In: ALMEIDA, Lourdes Maria Werle; BISOGNIN, Eleni; ARAUJO, Jussara de Loiola. (Org.). **Práticas de Modelagem Matemática na Educação Matemática**. 1. ed. Londrina: EDUEL, 2011, v. 1, p. 19-44.

BARBOSA, Joney Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: Contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24, 2001, Caxambu. **Anais da 24ª ANPED**. Rio de Janeiro: ANPED, 2001, p. 1-30.

BARBOSA, Joney Cerqueira. Mathematical modelling in classroom: a critical and discursive perspective. **ZDM. Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, Karlsruhe, v. 38, n.3, p. 293-301, 2006.

BARRETO, Marina Menna. 2007. **Matemática e educação sexual: modelagem do fenômeno da absorção/eliminação de anticoncepcionais orais diários**. 216f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-Aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002.

BATISTA, Manassés da Silva. **Princípio fundamental da contagem e modelagem matemática nos anos finais do ensino fundamental**. 2020. 85f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

BOSSLE, Rafael Zanoni. **Modelagem matemática no projeto de um ginásio escolar**. 2012. 122f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

BURAK, Dionísio. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem**. 1992. 460f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas. Campinas.

DAMINELLI, Elisa. **Uma proposta de ensino de estatística na 8ª série/9º ano do ensino fundamental**. 2011. 130f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LIMA, Márcio Albano. **O conceito de sustentabilidade em ambiente de modelagem matemática**. 2014. 122f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MACHADO, Minéia Bortole. **Modelagem matemática como ambiente de aprendizagem de estatística na Educação Básica**. 2018. 155f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MALHEIROS, Ana Paula dos Santos; SOUZA, Lahis Braga; FORNER, Régis. Olhares de docentes sobre as possibilidades da Modelagem nas aulas de Matemática. **REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 1-22, mar. 2021.

MARQUEZ, Janaina. **Modelagem na educação matemática com vistas à autonomia**. 2018. 228f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MATTÉ, Israel. **Modelagem matemática e sensores de temperatura em uma escola técnica do Rio Grande do Sul**. 2013. 160f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MELLENDEZ, Thiago Troina. **Modelagem matemática e manutenção de uma propriedade rural autossustentável**. 2013. 105f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MELLO, Jéssica Adriane de. **A modelagem matemática na perspectiva sociocrítica: uma experiência em um curso de costureiras**. 2016. 95f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MENEZES, Bernarda Souza de. **Game para smartphones e ambientes de aprendizagem**. 2019. 83f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MEIER, Melissa. **Modelagem geométrica e o desenvolvimento do pensamento matemático no Ensino Fundamental**. 2012. 146f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

MORAES, Roque e GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2016.

ROCHA, Josy. **Modelagem matemática com fotografias**. 2013. 165f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

SHELLER, Morgana. **Modelagem matemática na iniciação científica: contribuições para o ensino médio técnico**. 2009. 229f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

SCHONARDIE, Belissa. **Modelagem Matemática e introdução da função afim no ensino fundamental**. 2011. 129f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

SCHWANCK, Diogo Israel. **Pesquisa estatística na comunidade como elemento potencial para o desenvolvimento das competências estatísticas**. 2019. 79f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática Pura e Aplicada. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

SKOVSMOSE, Ole. Cenários para investigação. **BOLEMA – Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

SOUSA, Bárbara Nivalda Palharini Alvim; ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Formação do professor em Modelagem Matemática: um olhar sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo. **REnCiMa - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 1-28, mar. 2021.

UFRGS. PPGEMAT – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática. **Regimento do PPGEMAT - Mestrado Profissional**. Porto Alegre: PPGEMAT/UFRGS, 2004.