

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

**AS CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA PRESENTES
NAS DISSERTAÇÕES E TESES DEFENDIDAS NO PERÍODO 2017 E
2021**

BEATRIZ DE FREITAS OLIVEIRA

**GOIÂNIA - GOIÁS
2022**

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Beatriz de Freitas Oliveira

Matrícula: 20191010940153

Título do Trabalho: AS CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA PRESENTES NAS DISSERTAÇÕES E TESES DEFENDIDAS NO PERÍODO 2017 E 2021

Autorização - Marque uma das opções

- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data 01/12/2023 (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☒ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 28/11/2022.

BEATRIZ DE FREITAS OLIVEIRA

**AS CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA PRESENTES
NAS DISSERTAÇÕES E TESES DEFENDIDAS NO PERÍODO 2017 E
2021**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Goiás – IFG – Câmpus Goiânia, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Duarte da Silva

O48c Oliveira, Beatriz de Freitas.

As concepções de modelagem matemática presentes nas dissertações e teses defendidas no período de 2017 a 2021 / Beatriz de Freitas Oliveira. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2022.
67f.

Orientação: Prof. Dr. Luciano Duarte da Silva.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Modelagem matemática. 2. Educação matemática. I. Silva, Luciano Duarte da (orientação). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 511.8



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

AS CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA PRESENTES NAS DISSERTAÇÕES E TESES DEFENDIDAS NO PERÍODO 2017 E 2021

por

BEATRIZ DE FREITAS OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Goiânia, como requisito parcial para a obtenção do Diploma de Licenciada em Matemática.

Área de concentração: Educação Matemática

Orientador: Dr. Luciano Duarte da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 09 de novembro de 2022, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Luciano Duarte da Silva (Presidente da Banca/IFG/Câmpus Goiânia)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Nilton Cezar Ferreira (IFG/Câmpus Goiânia)

(assinado eletronicamente)

Profª. Drª. Aline Mota de Mesquita Assis (IFG/Câmpus Goiânia)

Documento assinado eletronicamente por:

- Nilton Cezar Ferreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/11/2022 14:50:43.
- Aline Mota de Mesquita Assis, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/11/2022 14:48:11.
- Luciano Duarte da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 09/11/2022 14:47:11.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 21/10/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 336880
Código de Autenticação: a7c2da8527



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me permitiu concluir este trabalho, esteve comigo em todos os momentos, foi meu refúgio e minha proteção. Aquele em quem confiei e de quem recebi forças para não desanimar.

A meus pais, a quem sou infinitamente grata, por terem doado seu tempo e suas vidas, para que eu conseguisse realizar meus sonhos; por todo apoio em minhas escolhas e pelo amor, carinho e compreensão que me deram nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos, amigos e familiares, por todo apoio, incentivo e colaboração que, de inúmeras formas, contribuíram para a concretização dos meus estudos.

Aos meus colegas de turma, por serem meus companheiros ao longo do curso, com os quais dividi angústias, tristezas e alegrias e por terem feito meus dias mais descontraídos e leves, me motivando a seguir em frente.

Ao professor Luciano, por ter aceitado ser meu orientador e ter exercido essa função com toda a dedicação, paciência e zelo, ouvindo minhas ideias, me aconselhado e me tratado com todo carinho e amizade.

Aos meus professores que foram agentes fundamentais no meu processo de formação acadêmica e humana. Pelos ensinamentos, conversas e conselhos que me abriram os olhos para compreender o que significa ser professor.

Por fim, a todos aqueles que de alguma forma colaboraram, direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e conclusão dos meus estudos.

RESUMO

A aplicação da Modelagem Matemática como metodologia de ensino tem sido amplamente estudada nos últimos anos, ocasionando na constituição de diferentes concepções e metodologias de aplicação no ambiente escolar. Desse modo, esta pesquisa buscou, por meio da análise de teses e dissertações, compreender qual concepção de Modelagem Matemática foi utilizada em sala de aula entre os anos de 2017 e 2021. Assim, a partir do Banco Digital de Teses e Dissertações (BDTD) as pesquisas foram coletadas e selecionadas de modo que fossem escolhidas apenas aquelas que melhor atendessem aos objetivos desta pesquisa. Em seguida foi realizada uma análise dos trabalhos baseada nas ideias da Análise de Conteúdo segundo Bardin (2016). A partir desse processo, obteve-se a divisão das concepções em duas classificações: Matemática Aplicada e Educação Matemática, onde, dentro desta última, foi possível identificar concepções que apresentam como intuito essencial à aprendizagem do conteúdo matemático enquanto outras objetivam uma formação crítica e social do aluno. Além desses resultados também foi possível observar o desenvolvimento dessas pesquisas segundo o ano de aplicação, a região geográfica e por titulação, revelando um pouco do panorama no qual se encontram as pesquisas de Modelagem Matemática aplicadas em sala. Dessa forma, os resultados encontrados ao longo da pesquisa apresentam um panorama das pesquisas e apontam tópicos que podem ser estudados em investigações futuras.

Palavras-chave: Modelagem matemática. Concepções. Educação Matemática.

ABSTRACT

The application of Mathematical Modeling as a teaching methodology has been widely studied in recent years, resulting in the constitution of different concepts and application methodologies in the school environment. Thus, this research sought, through the analysis of theses and dissertations, to understand which conception of Mathematical Modeling was used in the classroom between the years 2017 and 2021. Thus, from the Digital Bank of Theses and Dissertations (DBTD) the surveys were collected and selected so that only those that best met the objectives of this research were chosen. Then, an analysis of the works was carried out based on the ideas of Content Analysis according to Bardin (2016). From this process, it was possible to divide the conceptions into two classifications: Applied Mathematics and Mathematics Education, where, within the latter, it was possible to identify conceptions that present the essential purpose of learning mathematical content while others aim at a critical and social formation of the student. In addition to these results, it was also possible to observe the development of these researches according to the year of application, the geographic region and by title, revealing a little of the panorama in which the researches of Mathematical Modeling applied in the classroom are found. Thus, the results found throughout the research present an overview of the research and point out topics that can be studied in future investigations.

Keywords: Mathematical modeling. Conceptions. Mathematical Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição das concepções quanto ao tipo de formação	59
---	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quantidade de trabalhos defendidos por ano	34
Gráfico 2 - Número de trabalhos publicados por região geográfica.....	36
Gráfico 3 - Percentual de pesquisas por titulação.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos trabalhos analisados	41
Quadro 2 - Unidades de Contexto e Registro	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de trabalhos por estado.....	35
Tabela 2 - Número de pesquisas por titulação.....	36
Tabela 3 - Número de trabalhos por Unidade de Registro	56
Tabela 4 – Número de Concepções de Modelagem Matemática	57
Tabela 5 - Quantidade de trabalhos por concepção	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	AS PERSPECTIVAS DA MODELAGEM MATEMÁTICA.....	14
2.1	A Modelagem Matemática segundo Bassanezi.....	16
2.2	A Modelagem Matemática segundo Biembengut.....	18
2.3	A Modelagem Matemática segundo Almeida	21
2.4	A Modelagem Matemática segundo Burak	24
2.5	A Modelagem Matemática segundo Barbosa	27
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	29
3.1	Opção metodológica	29
3.2	<i>Corpus</i> da Pesquisa.....	30
3.2.1	Procedimentos de Constituição dos Dados da Pesquisa	30
3.2.2	Organização dos Dados do Mapeamento	31
3.3	Procedimentos de Análise de Dados da Pesquisa	32
3.3.1	Primeira Fase: Pré-Análise	32
3.3.2	Segunda Fase: Exploração do Material	32
3.3.3	Terceira Fase: Interpretação	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	34
4.1	Informações Gerais	34
4.2	Movimento de categorização dos dados da pesquisa	37
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

O tema desta pesquisa surgiu como sugestão do professor Luciano ao me propor desenvolver uma pesquisa na perspectiva do Estado da Arte sobre Modelagem Matemática. Eu nunca tinha ouvido falar sobre modelagem e foi devido ao desejo de compreender sobre do que se tratava que topei realizar este trabalho de conclusão de curso sobre essa temática. Dessa maneira, através de leituras, comecei a conhecer a modelagem como metodologia de ensino, me levando a gostar cada vez mais da temática. Isso porque a Modelagem Matemática é uma tendência de ensino que conecta a matemática ao mundo real, permitindo ao aluno inter-relacionar essas duas realidades que muitas vezes aparecem desconexas em sala de aula. Mas antes de entender quais os benefícios e porque usar essa metodologia em sala é preciso compreender o que é modelagem, qual sua origem e como ela é trabalhada.

Os pitagóricos acreditavam que o princípio de tudo era o número, e essa presença na vida cotidiana poderia ser facilmente observada na quantificação e medição, isto porque a matemática é uma construção humana que vem se desenvolvendo desde que o homem concebeu a ideia de contagem. Grande parte desse desenvolvimento se deu através da necessidade do Homem em resolver problemas do seu cotidiano, o que perdura até os dias atuais, uma vez que a todo momento surgem novos problemas onde o auxílio da matemática é fundamental. Isso porque a matemática atual se baseia em princípios lógicos e se apresenta de forma objetiva, generalizada e abstrata, assim, ela é ideal para se criar modelos dos quais podem ser realizadas previsões.

É exatamente essa característica da matemática atual que faz com que ela seja amplamente buscada pelas ciências para auxiliar na explicação dos mais diversos fenômenos, esse uso fez com que surgisse o campo da Matemática Aplicada, local de onde emerge o termo Modelagem Matemática. Sendo esse um processo de resolução de problemas oriundos de realidades não matemáticas através de métodos e técnicas matemáticas.

É a partir dessa ideia de relacionar a realidade com a matemática que nas últimas décadas surgiram as primeiras propostas de aplicação da Modelagem como metodologia de ensino. Que se devem ao fato dela permitir um ensino contextualizado com a realidade do aluno, dando significado ao aprendizado de matemática. Além disso, ela também coloca o aluno como autor do processo, ou seja, exige deste uma postura ativa e autônoma indo em direção às novas tendências pedagógicas.

Desse modo, compreende-se uma atividade de modelagem como aquela em que é apresentado um problema, que parte do mundo real, no qual os alunos devem resolver através

do uso de conhecimentos matemáticos e não matemáticos. Trata-se, portanto, de uma atividade onde o aluno é colocado em uma postura ativa, pois atua diretamente na construção de seu próprio conhecimento, e o professor deixa a posição tradicional e passa a ser mediador do saber.

Logo, a Modelagem Matemática rompe com o modelo tradicional de aula, o que trás consigo alguns desafios. Entre eles a necessidade de que o professor dedique um maior tempo à preparação das aulas, bem como o estudo sobre temáticas que podem não ser de familiaridade do docente. Além disso, ele precisa estar preparado para lidar com situações imprevistas e perguntas que ele pode não saber a resposta. Também é importante ressaltar que atividades de modelagem, muitas vezes, requerem um maior tempo e contemplam conteúdos para além daqueles previstos nas grades curriculares.

Mas se por um lado a modelagem apresenta grandes desafios, por outro ela traz grandes colaborações, pois, ao colocar o aluno em uma postura mais atuante, a aprendizagem se torna mais significativa. Isso quer dizer que ele não apenas memoriza o conteúdo, mas o aprende verdadeiramente.

A ligação entre realidade e matemática permite o desenvolvimento de um pensamento crítico, colaborando para formação humana e social do discente, levantando pautas de discussão que não ocorreriam em atividades usuais em sala. Ademais, ao se trabalhar com temas de interesse do aluno também se observa uma maior disposição e motivação dele para o estudo.

Assim, partindo da ideia de uso da Modelagem Matemática, dentro do campo da Educação Matemática, desde o final do século XX tem sido desenvolvido e ampliado cada vez mais os estudos nessa área. Estudos esses que apontam para diferentes formas de se trabalhar com modelagem em sala de aula, apresentando diversas etapas para aplicação e enforques na formação do aluno. Logo, por ser uma área recente e ainda em desenvolvimento, mas que já possui muitas pesquisas e concepções segue a necessidade de avaliar o que as pesquisas nessa área têm desenvolvido.

Nesse sentido, compreendendo que a Modelagem Matemática pode ser desenvolvida com base em diferentes perspectivas e de diferentes modos, é que surge o problema que norteia esta pesquisa: **O que tem sido desenvolvido nas pesquisas de Modelagem Matemática, que foram aplicadas em sala de aula, entre os anos de 2017 a 2021?** Assim, dado a importância da Modelagem Matemática e do desenvolvimento de estudos de mapeamento, buscamos por meio deste trabalho compreender quais as concepções de

modelagem empregadas nas pesquisas dos últimos cinco anos, qual o cenário em que elas se encontram e o que esses aspectos nos revelam.

Tendo em vista esse objetivo foi realizada uma pesquisa na perspectiva do Estado da Arte através da análise de trabalhos de pós-graduação publicados digitalmente. Para isso foi utilizado o Banco Digital de Teses e Dissertações (BDTD) de onde foram retiradas e selecionadas, por meio de um processo de refinamento, as pesquisas que compõem o escopo deste trabalho, as quais apresentam aplicações de atividades de Modelagem Matemática em turmas de ensino básico na disciplina de Matemática. Dando continuidade, as pesquisas foram fichadas, e a partir dos resumos foi realizado o processo de análise dos dados, tomando como referência a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016). Desse modo, constituímos as unidades de contexto e as unidades de registro das quais foram divididas em categorias, que constituem a essência desta pesquisa.

Portanto, este trabalho é dividido em cinco capítulos, iniciando com esta introdução seguida do capítulo 2 onde será apresentada a fundamentação teórica deste trabalho, sendo apresentado um pouco mais sobre Modelagem Matemática, seguido de suas principais concepções. No capítulo 3, é detalhado o processo metodológico utilizado ao longo da pesquisa para seleção e refinamento do banco de dados. No capítulo 4, são apresentados os aspectos gerais quanto ao tipo de pós-graduação, a região e o ano de publicação dos trabalhos, e ainda nesse capítulo é feita uma análise dos resumos e apresentado os resultados desse processo. Por fim, conclui-se este trabalho com o capítulo 5, onde se realiza um apanhado geral dos resultados desta pesquisa.

2 AS PERSPECTIVAS DA MODELAGEM MATEMÁTICA

Apesar deste trabalho ter como foco a modelagem matemática em seu âmbito educacional é importante compreender que ela já está presente na história humana de forma não sistematizada desde o surgimento das primeiras concepções de matemática. A ideia de Modelagem Matemática como algo estruturado deu-se com o surgimento da Matemática Aplicada como campo de pesquisa. No Brasil, foi apenas nas últimas décadas do século XX que surgiram as primeiras propostas de modelagem no campo da educação (BURAK, 2016). Assim, é importante observar esse movimento histórico para que se compreenda como a modelagem é concebida dentro do campo da Educação Matemática.

O homem por meio da investigação sempre procurou compreender o mundo ao seu redor, tentando desvendar os mistérios da natureza e os seus fenômenos. É por meio desse movimento de investigação pautado pela racionalidade que irão surgir as ciências, dentre elas a matemática, a qual, aliada à capacidade humana de pensar, questionar e criar, possibilitou ao homem modelar o seu ambiente como forma de melhor compreendê-lo (BURAK, 1992, p. 62). Dessa forma, a modelagem se fez presente ao longo da história humana de modo orgânico, isto é, não estando estabelecida de forma sistematizada, mas como fruto de uma atitude natural do homem que busca entender a sua realidade e para isso dispõe-se da matemática.

Por muito tempo as ciências factuais – aquelas que trabalham com dados empíricos como as ciências da natureza – recorreram à linguagem usual sem respaldo matemático, senão apenas para análise de resultados de pesquisas empíricas, foi a partir do século XX, que movido pela necessidade de fundamentação teórica dessas ciências que surge a Matemática Aplicada, tendo impulso a partir da segunda guerra mundial (1939-1945) (BASSANEZI, 2014, p. 18). Assim, a matemática passa a ter profundo papel na constituição dessas ciências servindo como “agente unificador de um mundo racionalizado, sendo o instrumento indispensável para a formulação das teorias fenomenológicas fundamentais, devido, principalmente, ao seu poder de síntese e de generalização” (BASSANEZI, 2014, p. 19).

Esse papel assumido pela matemática fez com que os problemas advindos de outras áreas passassem a ser trabalhados na linguagem matemática e resolvidos utilizando técnicas e procedimentos próprios da matemática, isto é, que fossem modelados matematicamente. Assim, segundo Bassanezi (2014),

O objetivo fundamental do “uso” de matemática é de fato extrair a parte essencial da situação-problema e formalizá-la em um contexto abstrato onde o pensamento possa

ser absorvido com uma extraordinária economia de linguagem. Desta forma, a matemática pode ser vista como um instrumento intelectual capaz de sintetizar ideias concebidas em situações empíricas que estão quase sempre camufladas num emaranhado de variáveis de menor importância. (BASSANEZI, 2014, p. 18)

Dessa forma, por meio da matemática realizar-se-ia esse movimento de seleção dos aspectos relevantes seguido da constituição do que se chama de modelo, um sistema abstrato que retrata uma situação da realidade de forma objetiva e generalizada. Assim, surge o processo de modelagem matemática de forma sistematizada no âmago da Matemática Aplicada.

No Brasil, a ideia de utilização da Modelagem Matemática (MM) no campo de Educação Matemática foi promovida por um grupo de professores, dentre eles Rodney Carlos Bassanezi e Ubiratan D'Ambrosio ambos da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Em 1983, a atual Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) iniciou essa difusão promovendo cursos de especialização com uma formação em modelagem matemática. Essa proposta de trabalho procurava romper com o modelo de ensino tradicional pautado na memorização e descontextualização dos conteúdos (BURAK, 2016, p. 18). Assim, através de pesquisas científicas, palestras, cursos, a modelagem matemática expandiu, de forma que no fim da década de 1980, tem-se início, “a formação de uma massa crítica a respeito da Modelagem Matemática e suas concepções” (BURAK, 2016, p. 19). O que viria a ser a base para a MM nacional e da qual partiriam as futuras pesquisas na área.

O desenvolvimento da Modelagem Matemática no campo da educação toma rumos diferentes daquela desenvolvida na Matemática Aplicada, isto porque, mesmo que o termo seja o mesmo o objetivo final se difere. Almeida, Silva e Vertuan (2012), apresentam bem essa diferença,

Ainda que a Modelagem Matemática tenha sido caracterizada como uma atividade que começa com uma situação inicial (problemática) e culmina com uma situação final (resolução para o problema) - quando ela é percebida como uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática, de um problema não essencialmente matemático -, o foco está nos encaminhamentos e procedimentos que medeiam a transição da situação inicial para a situação final. (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 20)

No mesmo sentido, Bassanezi (2014, p. 38) afirma que “Mais importante do que modelos obtidos é o processo utilizado, a análise crítica e a sua inserção no contexto sociocultural”. Dessa maneira, quando se trabalha com Modelagem Matemática no contexto da educação o objetivo final deixa de ser a resolução do problema ou a constituição de um modelo bem definido, como ocorre na Matemática Aplicada, e volta-se à promoção da

aprendizagem. Não é esperado que o aluno seja um excelente modelador, mas que compreenda os processos desenvolvidos, e assim ocorra a aprendizagem.

Compreendido a definição e o surgimento da Modelagem Matemática apresenta-se algumas das principais concepções de modelagem desenvolvidas pelos pesquisadores Rodney Carlos Bassanezi, Maria Salett Biembengut, Maria Werle Almeida, Dionísio Burak e Jonei Cerqueira Barbosa que contribuíram para a área e fundamentaram esta pesquisa.

2.1 A Modelagem Matemática segundo Bassanezi

Dentre os principais nomes da Modelagem Matemática encontramos o professor Rodney Carlos Bassanezi, como um dos pioneiros no Brasil a utilizar a MM no ensino, tendo-a inserido em cursos de formação para professores de Cálculo Diferencial e Integral (ARAGÃO, 2016). Ao longo dos anos fez pesquisas e escreveu livros e artigos na área relatando sua experiência e dando indicações de como a modelagem deveria ser realizada. Por meio do seu trabalho e de suas orientações formaram-se diversos professores e pesquisadores que vieram também a aplicar e contribuir para o desenvolvimento da modelagem matemática no campo da educação.

De forma geral, Bassanezi (2014, p. 16) define a **Modelagem Matemática** como a “arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”. Assim, ele a apresenta como um processo de resolução de um problema não necessariamente matemático, pelas vias da matemática. Através de uma conversão da “língua natural do problema” para a linguagem matemática, para que seja feita a sua análise e resolução, que por fim retorna a sua linguagem inicial.

A definição apresentada por Bassanezi resume o processo de modelagem matemática em seu sentido amplo. Quando se restringe ao campo da educação, isto é, como uma estratégia para o ensino e aprendizagem de matemática, Bassanezi (2014) adota o termo **Modelação Matemática** (modelagem em educação). Nesse sentido, ainda há a presença da MM como resolução de um problema, mas agora sendo apenas um pano de fundo para a promoção da aprendizagem do aluno, ou seja, altera-se o foco do processo.

A compreensão destes dois conceitos é importante, pois o sentido ao qual trabalharemos à MM ao longo deste trabalho diz respeito à modelação matemática e não apenas o sentido da definição inicial dada pelo autor.

Outra definição importante apresentada por Bassanezi é a de **modelo** como “um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto

estudado” (BASSANEZI, 2014, p. 20). Assim, o modelo se constituirá parte essencial do processo de modelagem, pois o trabalho do modelador é obter um modelo bem sucedido que melhor se aproxime da realidade. Contudo, “Na modelação a validação de um modelo pode não ser uma etapa prioritária” (BASSANEZI, 2014, p. 38), isto é, quando tratamos de MM em educação o modelo é parte do processo, mas deixa de ser o objetivo principal.

Esse processo de MM é dividido pelo autor em seis etapas, as quais são as mesmas na Matemática Aplicada e na Educação, sendo elas: experimentação, abstração, resolução, validação, modificação e aplicação. A primeira fase se destina a obtenção de dados a partir da experimentação, sendo, portanto, uma atividade essencialmente laboratorial (BASSANEZI, 2014, p. 26). A fase seguinte é a de abstração, essa é uma etapa extensa que Bassanezi (2014) divide em quatro sub etapas:

- a) Seleção das variáveis: momento de “distinção entre as variáveis de estado que descrevem a evolução do sistema e as variáveis de controle que agem sobre o sistema” (BASSANEZI, 2014, p. 27-28).
- b) Problematização ou formulação aos problemas teóricos numa linguagem própria da área em que se está trabalhando: trata-se da transformação de um problema em uma pergunta científica, isto é, com um enunciado que seja claro e objetivo, onde se pode compreender o que se pretende resolver.
- c) Formulação de hipóteses: é a constituição de “formulações gerais que permitem ao pesquisador deduzir manifestações empíricas específicas” (BASSANEZI, 2014, p. 28).
- d) Simplificação: devido a complexidade dos problemas muitas vezes é preciso simplificá-los para que possam ser resolvidos. Nesse processo pode ser necessário que se volte às variáveis iniciais e faça um novo refinamento para que o problema se torne mais simples de ser solucionado.

O resultado desta fase é a constituição do modelo, onde o problema foi transferido da sua língua original para a linguagem matemática. Neste momento inicia-se a terceira fase, a resolução do problema, feito por meio de estudos analíticos ou numéricos, utilizando das técnicas próprias da matemática.

Com o resultado em mãos, chega-se às três últimas etapas. A primeira delas é a validação, processo em que o modelo pode ou não ser aceito, a depender da aproximação entre os resultados matemáticos e aqueles obtidos na realidade. Caso o modelo não seja aceito ele deve passar por uma modificação (5ª etapa), onde será retornado aos estágios anteriores

para que sejam feitos ajustes e correções. Quando o modelo for aceito, ele pode então ser encaminhado à última etapa, a aplicação, retornando a sua linguagem natural.

2.2 A Modelagem Matemática segundo Biembengut

O trabalho desenvolvido pelo professor Rodney Bassanezi resultou na formação de novos pesquisadores no campo da MM, dentre eles destaca-se sua aluna Maria Salett Biembengut. Nesse sentido a autora inicia suas pesquisas em modelagem através da sua dissertação de mestrado e desenvolvendo posteriormente sua concepção de MM no livro “Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática”, publicado em 1999. Tendo formado sua teoria ela aprofunda seus estudos contando com a colaboração de demais pesquisadores como o professor Nelson Hein, com quem escreve o livro “Modelagem Matemática no ensino” que usamos como referência ao longo desta pesquisa.

Seguindo uma linha de pensamento similar àquela defendida por Bassanezi (2014), Biembengut amplia os estudos apresentando sugestões quanto à aplicação da MM em sala de aula (BIEMBENGUT; HEIN, 2009). Assim, ela contempla não apenas o processo de modelagem em si, mas também as ações do professor para a realização e avaliação da atividade.

Biembengut e Hein definem Modelagem Matemática como “o processo que envolve a obtenção de um modelo” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 12), onde o modelo seria um “conjunto de símbolos e relações matemáticas que procura traduzir, de alguma forma, um fenômeno em questão ou problema de situação real” (*ibid*, p. 12). Assim, essas definições se aproximam daquelas apresentadas por Bassanezi (2014), onde a modelagem é contemplada como uma aproximação matemática de uma situação da realidade.

Além disso, ambos se aproximam ao apresentar o termo Modelação Matemática como “método que utiliza a essência da modelagem em cursos regulares, com programa” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 18). Desse modo, a modelagem assumiria um papel de metodologia de ensino-aprendizagem de matemática, que segundo os autores, poderia ser aplicado desde as séries iniciais até o ensino superior (BIEMBENGUT; HEIN, 2009). Essa é uma das distinções com relação a MM apresentada por Bassanezi (2014) que tinha como foco a sua aplicação em cursos de graduação e pós-graduação.

Outra distinção entre os autores se dá na constituição das etapas para realização da Modelagem Matemática, Biembengut e Hein (2009), apresentam três etapas (interação, matematização e modelo matemático) constituídas cada uma por duas sub etapas.

A etapa de interação é dividida em reconhecimento do problema e familiarização com o assunto, sub etapas essas que não seguem uma ordem rígida e que podem persistir mesmo quando se adentra nas outras etapas (BIEMBENGUT; HEIN, 2009). Aqui o objetivo é que se compreenda a situação ao qual se pretende estudar se inteirando do assunto, o que pode ocorrer de forma direta, através de dados experimentais ou indireta, por meio da leitura de outras pesquisas já realizadas.

A segunda etapa é a matematização, momento onde ocorre a transferência do problema da sua língua usual para a linguagem matemática, onde será trabalhado e solucionado. Assim, a primeira sub etapa é a formulação do problema, que contempla: separação das informações, seleção das variáveis, levantamento das hipóteses e descrição dessas relações em termos matemáticos. Ao fim desta sub etapa o objetivo é que se chegue a “um conjunto de expressões aritméticas ou fórmulas, ou equações algébricas, ou gráfico, ou representações, ou programa computacional, que levem à solução ou permitam a dedução de uma solução” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 14). Tendo a situação-problema modelada, segue então a etapa de resolução, onde através de análises e do uso de técnicas matemáticas, espera-se encontrar a solução do problema.

Por fim, a última etapa é a finalização do modelo matemático, de modo que é feita “uma avaliação para verificar em que nível ele se aproxima da situação-problema apresentada e, a partir daí, verificar também o grau de confiabilidade na sua utilização” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 15). Assim, essa etapa é constituída da interpretação da solução e a validação do modelo, onde os resultados serão analisados, verificando a sua correspondência com a situação real e sua relevância.

Apesar das diferenças entre as etapas apresentadas por Biembengut e Hein (2009) e aquelas apontadas por Bassanezi (2014), os autores se aproximam ao contemplar momentos semelhantes. Ambos destinam as primeiras etapas à coleta de dados e elaboração do problema em estudo, seguido da construção do modelo a sua resolução; e ao fim do processo eles apontam para a necessidade de avaliação e correção do modelo final.

Entretanto, Biembengut e Hein (2009) ampliam os estudos trazendo também orientações aos professores de como planejar e aplicar a modelagem em sala de aula, dividindo esse processo em cinco passos: diagnóstico, escolha do tema ou modelo, desenvolvimento do conteúdo programático, orientação de modelagem e avaliação do processo.

A etapa de diagnóstico se situa anteriormente ao processo de modelagem matemática e tem como objetivo analisar o cenário e as condições que impactam na execução da atividade

para que o professor possa evitar problemas futuros. Dentre os fatores importantes a se considerar ao realizar o diagnóstico, Biembengut e Hein (2009) citam a necessidade de observar a realidade socioeconômica dos alunos, o seu grau de conhecimento matemático, o horário em que ocorrerá a disciplina, o número de alunos da turma e a disponibilidade deles para trabalhos extraclasse. Todos esses aspectos são relevantes ao se realizar o planejamento de aula, pois determinam como a atividade será realizada, por isso o professor deve levá-las em consideração antes de aplicar a MM em sala.

O segundo passo corresponde à escolha do tema ou modelo matemático que será trabalhado, o que pode ser feito pelo professor ou pelos alunos, optando por um tema único para cada tópico matemático ou conteúdo de um período. Mas é importante que ele seja “abrangente o suficiente para desenvolver o conteúdo programático e ao mesmo tempo ser interessante para não “abalar” o estado motivacional dos alunos.” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 20). Assim, o professor deve estudar o tema e apresentá-lo de forma que atenda as expectativas dos alunos e ao mesmo tempo seja possível desenvolver o conteúdo curricular.

A terceira etapa, desenvolvimento do conteúdo programático, segue os mesmos passos do processo de MM apresentado anteriormente sendo acrescido, na etapa de matematização, momentos destinados ao “desenvolvimento do conteúdo matemático necessário para a formulação e resolução e a apresentação de exemplos e exercícios análogos para aprimorar a apreensão dos conceitos pelo aluno.” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 20). Dessa maneira, essa é a etapa de execução da atividade, onde se tem como objetivo não apenas chegar a um modelo final, mas promover a aprendizagem dos conteúdos matemáticos programados.

Mas para que a MM seja realizada é imprescindível que o professor oriente os alunos no decorrer da atividade, esse se configura como o quarto passo, orientação de modelagem. Dessa forma, cabe ao docente dedicar aulas específicas à instrução sobre a escolha do tema, o levantamento das questões, a elaboração do modelo, a resolução, exposição e escrita do trabalho (BIEMBENGUT; HEIN, 2009) para que os alunos não se sintam perdidos ao longo do processo. Como afirmam os autores, “Essas aulas devem ser, estrategicamente, inseridas no período letivo, permitindo ao aluno adquirir conhecimento matemático, saber aplicar esse conhecimento no trabalho e certa habilidade para fazer modelos” (BIEMBENGUT; HEIN, 2009, p. 23). Assim, a orientação não é uma etapa posterior ao desenvolvimento do conteúdo programático, mas permeia todo o desenvolvimento da atividade e permite que o aluno atinja os objetivos esperados.

Por fim, a quinta etapa é a avaliação. Ao término da atividade, é preciso que o professor avalie todo o processo, verificando a sua própria prática e a aprendizagem dos

alunos. A avaliação pode ser feita tanto de modo subjetivo, por meio das observações do professor, como objetivo, através de trabalhos, exercícios e provas. Ao avaliar o aluno objetivamente, Biembengut e Hein (2009) ainda orientam o professor a considerar como critérios a produção e o conhecimento matemático desenvolvido, a produção do trabalho em grupo e a extensão e aplicação do conhecimento. Portanto, a partir dessa etapa é possível ao professor refletir sobre quais são os pontos que poderiam ser melhorados tendo em vista futuros trabalhos.

2.3 A Modelagem Matemática segundo Almeida

Dentre os pesquisadores que influenciaram fortemente a Modelagem Matemática em Educação encontra-se a professora Lourdes Maria Werle Almeida, que desde 2000 publica trabalhos na área de modelagem, contando com a colaboração de diversos pesquisadores, dentre eles, Rodolfo Eduardo Vertuan e Karina Pessoa da Silva com quem publicou o livro “Modelagem Matemática na Educação Básica” que serve de referência para esta pesquisa.

Dessa forma, seguindo uma linha de pesquisa próxima à Bassanezi (2014) e Biembengut e Hein (2009), a Modelagem Matemática é entendida como “uma abordagem, por meio da Matemática, de um problema não essencialmente matemático” (ALMEIDA; BRITO, 2015, p. 487). Assim, a modelagem se constitui como uma abordagem pedagógica para resolver problemas não matemáticos por meio de um modelo, isto é,

um sistema conceitual, descritivo ou explicativo, expresso por meio de uma linguagem ou uma estrutura matemática e que tem por finalidade descrever ou explicar o comportamento de outro sistema, podendo mesmo permitir a realização de previsões sobre este outro sistema. (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 13)

Assim, segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012), enquanto a modelagem é a atividade de busca de solução para um problema do cotidiano o modelo é aquilo que dá forma a essa solução. Nesse processo de sair de um problema e se chegar ao resultado os autores propõem quatro etapas: inteiração, matematização, resolução, interpretação dos resultados e validação.

A primeira etapa, inteiração, é o momento de primeiro contato com o assunto que será abordado, portanto, constitui uma etapa de pesquisa e investigação. Nela o objetivo é a escolha do tema que será trabalhado e a procura por informações através da coleta de dados qualitativos e quantitativos (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012). Essa etapa se assemelha à etapa de “inteiração” apresentada por Biembengut e Hein (2009) e de “experimentação” proposto por Bassanezi (2014). Nela o objetivo é que ao fim o problema e as metas que se pretende alcançar estejam claras e bem definidas.

Na segunda etapa é realizado o movimento de transformação da linguagem usual para o campo matemático. Esse processo de matematização é realizado “a partir de formulação de hipóteses, seleção de variáveis e simplificações em relação às informações e ao problema definido na fase de inteiração” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 16). Processo esse que se compara com as etapas de “abstração” apresentadas por Bassanezi (2014) e de “matematização” de Biembengut e Hein (2009).

Tendo os dados organizados na linguagem matemática é feita a resolução do problema por meio da construção de um modelo matemático, que segundo Almeida, Silva e Vertuan (2012, p. 16) tem como objetivo “descrever a situação, permitir a análise dos aspectos relevantes da situação, responder às perguntas formuladas sobre o problema a ser investigado na situação e até mesmo, em alguns casos, viabilizar a realização de previsões para o problema em estudo”. Esse momento de constituição do modelo se associa à etapa “resolução” apresentada por Bassanezi (2014) e como parte da “matematização” proposta por Biembengut e Hein (2009). Ao fim dessa etapa, o modelo é constituído e os resultados são analisados e apresentados, o que leva ao momento final de interpretação e validação.

Por fim, os resultados são interpretados sendo analisada uma resposta para o problema o que inclui “um processo avaliativo realizado pelos envolvidos na atividade e implica uma validação da representação matemática associada ao problema, considerando tanto os procedimentos matemáticos quanto a adequação da representação para a situação.” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 16). O que se relaciona às três últimas etapas propostas por Bassanezi (2014) e à etapa “modelo matemático” de Biembengut e Hein (2009). Almeida, Silva e Vertuan (2012) ainda acrescentam que ao se referir à modelagem em seu sentido educacional, essa etapa não apenas avalia o resultado final do processo - o modelo -, como também busca desenvolver no aluno essa capacidade de avaliação de sua própria prática.

Um dos grandes diferenciais apresentados por Almeida, Silva e Vertuan (2012), é a identificação das “ações cognitivas” desenvolvidas pelos alunos no decorrer das fases de uma atividade de modelagem. Assim, segundo os autores,

Diante da atividade intencional, o indivíduo realiza ações cognitivas tanto implicitamente (por meio de procedimentos) como explicitamente (por meio de representações, de modo geral simbólicas). A interação entre conhecimento matemático e conhecimento extramatemático, em certa medida, serve de “plano de fundo” para as ações cognitivas destinadas a apresentar e explicar a situação em estudo. (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 17)

Desse modo, sendo a MM uma atividade essencialmente investigativa, o aluno é colocado em uma situação de busca por respostas, onde de forma ativa desenvolve capacidades cognitivas relacionadas ao processo de resolução de um problema. Almeida, Silva e Vertuan (2012) apontam para seis ações cognitivas desenvolvidas no processo de modelagem. A primeira é a compreensão da situação, que ocorre na primeira fase da modelagem, ao entrar em contato com a situação-problema até então desconhecida o aluno busca conhecê-la e através de aproximações e idealização desenvolve uma representação mental desta. A segunda ação cognitiva que ainda ocorre na fase inteiração é a estruturação da situação, onde

A partir da representação mental da situação, os envolvidos com a atividade de modelagem precisam identificar o problema e definir metas para a sua resolução. A formulação de um problema para uma situação requer a estruturação e/ou simplificações deliberadas das informações acerca da situação. (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 18)

Tendo identificado o problema e feito a sua estruturação o aluno passa a buscar uma forma de compreender o problema matematicamente e resolvê-lo por meio da matemática, nesse momento ocorre a terceira ação cognitiva, a matematização. O que “culmina na construção de um modelo matemático e é fundamentada na definição e no julgamento de hipóteses que guiam a construção do modelo.” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 18). Assim, esse processo ocorre na passagem da primeira para a segunda fase da modelagem matemática.

Ainda na fase de matematização ocorre a ação cognitiva de síntese, onde a partir do modelo matemático o aluno busca sua resolução, mas para isso é preciso domínio das técnicas e representações matemáticas. Por isso,

torna-se necessário o uso de conceitos, técnicas, métodos e representações, a solução de problemas específicos usando conhecimentos prévios, a visão de padrões, o uso de ideias conhecidas para criar novas ideias, e, em muitas situações, é adequado o uso de recursos tecnológicos como software, por exemplo. (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 18)

A partir da síntese é encontrado o resultado do problema que deve então ser avaliado, nesse momento ocorre a ação cognitiva de interpretação e validação, onde os envolvidos analisaram os resultados matemáticos encontrados, os procedimentos utilizados e a adequação da representação encontrada (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012, p. 18). Esse processo avaliativo ocorre na etapa final do processo de modelagem matemática, o que culmina na última ação cognitiva, a comunicação e argumentação. Momento onde os envolvidos

precisam apresentar o que foi desenvolvido no processo de modelagem e argumentar sobre os procedimentos realizados justificando suas ações.

Portanto, ao longo do processo o aluno desenvolve diferentes ações cognitivas, caracterizando assim a Modelagem Matemática como uma atividade ativa onde o aluno modelador se envolve com o processo atuando de forma independente.

2.4 A Modelagem Matemática segundo Burak

Outro pesquisador de grande relevância é o professor Dionísio Burak, que apresenta suas primeiras ideias de modelagem em sua dissertação de mestrado e constitui de forma mais sólida sua teoria em sua tese de doutorado. Desse modo, constituída sua ideia de MM o autor desenvolve diversas pesquisas com o auxílio de outros professores como o Tiago Emanuel Klüber que também será citado ao longo desta pesquisa.

Assim, seguindo um caminho distinto dos pesquisadores anteriores, Burak (2010) concebe a Modelagem Matemática, tendo em vista uma Educação Matemática que contempla as ciências Humanas e Sociais. Desse modo, o autor não se preocupa apenas com a formação matemática do aluno, mas com a construção do indivíduo,

desejamos um cidadão que desenvolva a autonomia, que seja: crítico, capaz de trabalhar em grupo, capaz de tomar decisões diante das situações do cotidiano, da sua vida familiar, da sua vida profissional, ou de sua condição de cidadão. Essas respostas podem ser alcançadas com a adoção de uma metodologia que leve em consideração uma nova perspectiva que contemple um novo modelo de racionalidade, mais amplo capaz de se alinhar com as mudanças que se impõem. (BURAK, 2010, p. 17)

Assim, Burak (2010) sustenta um ensino-aprendizagem fundamentado nas teorias cognitivas, em especial das visões construtivistas, sócio-interacionistas e da aprendizagem significativa. Ideias estas que tem como visão a formação de um indivíduo que busca o conhecimento, nesse sentido o professor assume o papel de mediador do conhecimento e o aluno passa a ter uma postura ativa.

É a partir desse foco na formação tanto humana como matemática do aluno que Burak (1992, p. 62) define Modelagem Matemática como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e a tomar decisões”. Assim, ao afirmar que a MM tem como objetivo ajudar o aluno a prever situações e a fazer escolhas fica claro a importância de que a metodologia de ensino abarque não apenas o âmbito matemático, mas também o humano e social.

Outro ponto importante das ideias de Burak (1992) é a fundamentação do processo de Modelagem Matemática sobre dois princípios: i) A atividade deve partir do interesse dos alunos; ii) Os dados devem ser coletados do próprio ambiente de interesse. Esses princípios devem estar presentes em todo o processo de modelagem e estão intimamente ligados à motivação intrínseca do aluno, o que, conseqüentemente pode favorecer o desenvolvimento da aprendizagem.

Quanto ao método de aplicação da Modelagem Matemática, Burak (2010) e Burak e Klüber (2013) dividem o processo em cinco etapas: escolha do tema, pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução dos problemas e desenvolvimento do conteúdo programático no contexto do tema, análise crítica das soluções.

Na primeira etapa, ocorre a escolha do tema que será trabalhado. Para isso, os alunos apresentam seus assuntos de interesses através de um momento de diálogo, onde cabe ao professor participar “levantando aspectos, contrapontos, solicitando argumentos, desafiando os estudantes a manifestarem suas opiniões, seus pontos de vista, de modo que se envolvam na discussão.” (BURAK; KLÜBER, 2013, p. 39). Assim, para os autores o mais importante nesta etapa é que o tema tenha origem a partir do interesse dos alunos. Tendo levantado os possíveis temas, cabe ao professor a escolha de trabalhar com um ou mais temas ao mesmo tempo, a depender da sua experiência e confiança. Por fim é feita a divisão dos grupos, o que Burak e Klüber (2013) orientam é que os grupos contenham três ou quatro participantes.

Na fase de pesquisa exploratória, serão buscadas informações e dados sobre o tema definido. Espera-se que nesse momento os alunos conheçam o tema que irão trabalhar considerando as várias dimensões ou aspectos da realidade (BURAK; KLÜBER, 2013). Por isso é essencial que os dados sejam coletados a partir do próprio ambiente, de forma que os alunos tenham um contato com a realidade, tal ação pode ainda segundo Burak (2010) levar a coleta de dados tanto qualitativos quanto quantitativos, o que pode conduzir a assuntos transversais não necessariamente matemáticos. Desse modo,

Esta etapa, além de favorecer a coleta dos dados de forma criteriosa, pode contribuir com aspectos de uma formação envolvendo valores, atitudes e um espírito mais crítico. Essa etapa se mostra importante na Modelagem, pois busca desenvolver a autonomia dos estudantes, um olhar mais atento para as situações pesquisadas. (BURAK; KLÜBER, 2013, p. 40)

Assim, ao pesquisar e estudar o tema é possível ao aluno ampliar a sua visão sobre o mundo, desenvolvendo um senso crítico e reflexivo sobre a temática, reforçando a visão de Burak (2010) quanto à formação do estudante em âmbito humano e social, sendo a modelagem matemática um meio para essa realização.

A terceira etapa é o momento de levantamento dos problemas, onde os alunos irão a partir dos dados coletados e apresentar situações problemas que, por sua vez, serão transferidos para a linguagem matemática. Burak e Klüber (2013) destacam que, neste momento, é importante que o problema seja elaborado pelos próprios estudantes a partir das suas percepções e assimilação da realidade. De forma que o aluno desenvolva “a capacidade de articular os dados e formular problemas provindos da situação pesquisada” (BURAK, 2010, p. 22). Conhecimentos esses que refletirão na formação científica e humana do indivíduo, como afirma o autor,

Constitui-se nos primeiros passos para desenvolver no estudante a capacidade cidadã de traduzir e transformar situações do cotidiano em situações matemáticas, para quantificar uma situação e as ciências sociais e humanas por buscar as soluções que muitas vezes não são matemáticas, mas de atitudes e comportamento. (BURAK, 2010, p. 22)

Desse modo, essa etapa visa a formação de um indivíduo capaz de formular problemas e observá-los matematicamente, a partir de uma visão crítica da realidade, o que proporciona o desenvolvimento matemático, humano e social, defendido pelo autor.

Tendo o problema delineado, segue-se para a etapa de resolução, momento onde a matemática ganha importância e significado (BURAK, 2010), pois na busca da solução para a situação-problema vai surgindo a necessidade do uso de tópicos matemáticos. Por isso, o trabalho do professor é fundamental, “seja no trabalho de formação dos conceitos, orientando a busca de conteúdo no livro texto, seja criando alternativas que permitam ao estudante buscar uma solução para o problema.” (BURAK, 2010, p. 22). Ao longo do desenvolvimento matemático Burak e Klüber (2013) afirmam que o modelo pode ou não surgir, e o contemplam em um sentido mais amplo, sendo uma representação, como por exemplo, uma lista de preços em uma tabela. Além disso, é importante ressaltar que segundo Burak e Klüber (2013), os conteúdos são definidos a partir do problema e não o contrário, o que pode ser um desafio para o sistema curricular atual onde os conteúdos são previamente estabelecidos.

A última etapa é a análise crítica da solução, momento onde são avaliadas e discutidas as soluções encontradas para o problema. Assim, quanto aos aspectos matemáticos, faz-se a análise das hipóteses e verifica-se a coerência e a consistência lógica, bem como a adequação da linguagem (BURAK, 2010). Contudo, na perspectiva de matemática apresentada por Burak, a fase de análise vai além, pois é momento de reflexão sobre a adequação da solução à realidade e de reflexão sobre outros aspectos não matemáticos,

Na perspectiva em foco, as discussões promovem momentos de interação, relativos à Matemática, método, linguagem, conteúdos, exequibilidade, não apenas

matemática, mas no contexto da realidade estudada. Enriquece as discussões a partir de reflexões sobre os efeitos sociais, culturais, políticos e econômicos, entre outros, a partir dos resultados encontrados. (BURAK; KLÜBER, 2013, p. 48)

O que provoca a construção de uma mentalidade crítica e reflexiva do estudante sobre o mundo ao qual vive, fazendo dessa etapa um momento rico no desenvolvimento dos diferentes aspectos do aluno, voltando-se assim à ideia inicial do autor quanto à formação integral do alunado.

2.5 A Modelagem Matemática segundo Barbosa

Diferente dos demais autores, Barbosa (2001b) apoia-se na corrente sóciocrítica, desenvolvendo uma modelagem matemática voltada para a formação do cidadão crítico, capaz de atuar na vida social. Desse modo, é sustentado nessa ideia que,

As atividades de Modelagem são consideradas como oportunidades para explorar os papéis que a matemática desenvolve na sociedade contemporânea. Nem a matemática nem Modelagem são "fins", mas sim "meios" para questionar a realidade vivida. (BARBOSA, 2001b, p. 4)

Portanto, para Barbosa (2004) a modelagem tem papel fundamental em possibilitar o debate e a crítica social sobre os assuntos aos quais envolvem aplicações da matemática no meio social, contribuindo na construção de sociedades democráticas.

É respaldado pela teoria sóciocrítica que Barbosa (2001b, p. 6) define Modelagem Matemática como “um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade.”. A partir dessa definição é possível observar alguns pontos, o primeiro deles é que se entende modelagem como um “ambiente de aprendizagem”, termo apresentado por Skovsmose (2000), que o define como um espaço onde os alunos são estimulados a desenvolverem alguma atividade. Outro ponto importante é que a modelagem é apresentada como um convite aos alunos, conseqüentemente eles poderão optar por participar ou não. O último ponto é o local de onde emergem os problemas, que segundo Barbosa (2004) devem ser fruto de situações reais do meio social e não criadas por alguém.

Desse modo, o autor apresenta a Modelagem Matemática de forma mais “aberta”, isto é, sem conter etapas ou estruturas rígidas, possibilitando que diversas atividades sejam classificadas como atividades de modelagem. O que resulta na impossibilidade de que um modelo matemático seja garantido (BARBOSA, 2001b). Contudo, Barbosa (2001a, 2001b, 2004) apresenta “três zonas de possibilidades sem limites claros que ilustram a materialização da Modelagem na sala de aula.” (BARBOSA, 2001a, p. 2), que conforme avançam os níveis o

tempo demandado se torna maior, enquanto que o aluno vai se tornando mais ativo no processo.

No primeiro nível o professor tem um papel maior sendo o responsável pela apresentação da situação-problema e dos dados, e pela formulação do problema, cabendo aos estudantes apenas o processo investigativo, partindo daquilo que já é oferecido pelo docente (BARBOSA, 2004, 2001a, 2001b). Desse modo, sem a necessidade de sair de sala para coleta dos dados e com o problema já definido, o tempo necessário para sua execução é menor, podendo se estender por duas ou três aulas.

Já no segundo nível o aluno passa a ser mais ativo sendo o responsável pela coleta de dados e pela investigação partindo de um problema proposto pelo professor, assumindo, portanto uma responsabilidade maior pela condução das tarefas (BARBOSA, 2004, 2001a, 2001b). Como os dados devem ser coletados pelos alunos, pode ser necessário que sejam realizadas atividades fora da sala, o que demanda um tempo maior necessitando de algumas semanas para sua realização.

Por fim, no terceiro nível os alunos assumem a responsabilidade por todo o processo, desde a seleção de um tema gerador, a elaboração do problema, a coleta de dados qualitativos e quantitativos, e o processo investigativo (BARBOSA, 2004, 2001a, 2001b). Uma vez que, o estudante assume essa postura totalmente ativa, o tempo necessário para o desenvolvimento da atividade é maior podendo levar desde alguns meses até todo o ano letivo, a depender da abrangência da atividade. É importante ressaltar que por mais que conforme os níveis vão avançando as etapas destinadas ao professor sejam reduzidas, ele é copartícipe de todo o processo (BARBOSA, 2001b), isto é, está juntamente com o aluno em todas as etapas, sendo responsável pela condução das atividades, pela mediação do processo.

Desse modo, ao propor esses três níveis o autor possibilita que a MM seja adaptável aos diferentes contextos das salas de aula.

Os casos 1, 2 e 3 não representam configurações estanques, mas sim regiões de possibilidades. Eles não pretendem engessar a prática, mas, uma vez que é reflexão sobre a prática, alimentá-la. Esta classificação chama a atenção para o fato de que os professores e os alunos podem se envolver com diferentes maneiras de implementar a Modelagem no currículo, re-elaborando de acordo as possibilidades e as limitações oferecidas pelo contexto escolar, por seus conhecimentos e preferências. (BARBOSA, 2001b, p. 10)

Assim, reforça a sua ideia de modelagem mais “aberta” possibilitando ao professor desenvolver desde projetos pequenos até os maiores de acordo com suas possibilidades, mas sem deixar de utilizar uma metodologia ativa e que colabora para a formação crítica e social dos alunos.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo abordaremos a metodologia utilizada ao longo deste trabalho, contemplando as características próprias dessa pesquisa, bem como os métodos utilizados para a coleta, refinamento e análise dos dados, de modo a explicitar os procedimentos realizados e a servir de base para futuras pesquisas que queiram replicá-los.

3.1 Opção metodológica

Tendo em mente que uma pesquisa científica pode ser realizada de diferentes modos, neste tópico apresentamos os primeiros traços que caracterizam este trabalho em seu sentido metodológico. Desse modo, podemos dizer que se trata de uma pesquisa de abordagem qualitativa, uma vez que são apresentadas análises subjetivas; com natureza bibliográfica, por utilizar como fonte de dados teses e dissertações; e pode ser classificada como uma pesquisa baseada no Estado da Arte, devido ao seu objetivo de mapear parte dos documentos de uma determinada área. Assim, esses três aspectos são a base metodológica para o desenvolvimento deste trabalho.

Compreendemos pesquisa qualitativa como aquela que apresenta seu foco em aspectos subjetivos de um determinado assunto. Conforme apresenta Borba,

O que se convencionou chamar de pesquisa qualitativa, prioriza procedimentos descritivos à medida em que sua visão de conhecimento explicitamente admite a interferência subjetiva, o conhecimento como compreensão que é sempre contingente, negociada e não é verdade rígida (BORBA, 2004, p. 2).

Desse modo, escolheu-se trabalhar com uma abordagem qualitativa devido à possibilidade de se fazer observações que permitam uma análise das entrelinhas, isto é, do cenário e aspectos que os dados revelam o que não seria possível com o uso de métodos quantitativos. Desse modo, essa abordagem “recorre a indicadores não frequentiais susceptíveis de permitir inferências; por exemplo, a presença (ou ausência), pode constituir um índice tanto (ou mais) frutífero que a frequência de aparição.” (BARDIN, 1977, p. 144). Assim, esse tipo de pesquisa permite a investigação, tanto da presença de alguns fatores como da ausência de outros, levando ao surgimento de hipóteses e deduções com cunho subjetivo e que podem colaborar para a explicação de determinados fenômenos.

Por bibliográfica, entendemos serem pesquisas que utilizam dados originados de materiais já elaborados, como livros e artigos (GIL, 2008, p. 50). Neste caso optamos por trabalhar com teses e dissertações devido ao caráter científico dessas, uma vez que contêm uma estrutura formalizada coerente e objetiva. A escolha por dados de origem bibliográfica

dá-se pela facilidade no acesso aos trabalhos, através de repositórios digitais e a possibilidade de avaliação do cenário geral da Modelagem Matemática, permitindo, como afirma Lüdke e André (1986), a identificação de problemas que podem ser melhor explorados.

Por fim, trata-se de uma pesquisa desenvolvida na perspectiva do Estado da Arte (ou de Estado do Conhecimento), ou seja, que procura “inventariar, sistematizar e avaliar a produção científica numa determinada área (ou tema) de conhecimento” (FIORENTINI, 1994, p. 32). Assim, busca-se, por meio deste trabalho, realizar um mapeamento de parte das pesquisas sobre Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação, que foram aplicadas em sala de aula, visando levantar os aspectos estudados nos últimos anos e encontrar pontos que poderiam ser trabalhados em pesquisas futuras.

Desse modo, uma pesquisa do tipo Estado da Arte pode trazer grandes contribuições para a formação teórica de uma área. Dentre as vantagens desse tipo de pesquisa, Romanowski e Ens (2006) destacam,

Estados da arte podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 39).

Portanto, a pesquisa no Estado da Arte permite a visualização do tema de forma mais ampla e geral, evidenciando aspectos que não seriam perceptíveis na análise de um trabalho isolado. Fatores esses que colaboraram no processo de escolha da opção metodológica desta pesquisa.

3.2 Corpus da Pesquisa

Neste tópico espera-se realizar a explicitação do processo de escolha e definição do corpus da pesquisa. Sendo realizado em dois momentos, inicialmente com a busca, coleta e refinamento dos dados, de modo a se obter uma base bruta de dados; e um segundo momento de organização do material através de fichamentos.

3.2.1 Procedimentos de Constituição dos Dados da Pesquisa

Para a constituição dos dados desta pesquisa, recorreu-se à teses e dissertações alocadas nos repositórios digitais das universidades brasileiras, onde, com o uso do site do Banco Digital de Teses e Dissertações (BDTD), foi possível selecioná-las. Para isso, utilizamos o campo de busca contendo a palavra-chave “Modelagem matemática em ensino”

e em seguida foi aplicado o filtro “Data de publicação”, com os valores “2017” e “2021”, de modo que fossem apresentados apenas trabalhos publicados dos anos de 2017 a 2021¹. Esse procedimento foi realizado no dia 10 de março de 2022 produziu, como resultado, 59 dados (tese e dissertações). Em seguida, foi feito o download de cada texto no formato PDF, a partir do qual foi feita uma leitura de seu resumo e da sua conclusão (ou considerações finais), sendo esse o primeiro contato com os dados.

O objetivo da leitura dos resumos e conclusões dos trabalhos selecionados era obter uma compreensão geral dos trabalhos desenvolvidos, a partir do qual seriam definidos os critérios para o refinamento. Esse refinamento foi realizado em cinco momentos, inicialmente foi removido os dados que estavam duplicados, passando de 59 para 54 teses e dissertações. Em seguida, foram retirados aqueles que não continham aplicações da modelagem matemática em turmas de ensino básico, reduzindo a 35 trabalhos. Esse segundo momento foi importante, pois o foco deste trabalho era a análise das pesquisas aplicadas, não contemplando aquelas que são de cunho bibliográfico ou que tratam de propostas de materiais ou métodos, tampouco aquelas que foram aplicadas no ensino superior. Na terceira etapa, foram removidos os trabalhos em língua estrangeira (uma tese em espanhol), devido à falta, da pesquisadora, de domínio dessa língua, resultando em 34 trabalhos. E por fim, foram retiradas aquelas nas quais a modelagem matemática foi aplicada em uma disciplina de física (duas dissertações), uma vez que o foco desta pesquisa são aplicações na área de matemática. Obtendo assim, uma base de dados com 32 teses e dissertações.

3.2.2 Organização dos Dados do Mapeamento

Levantamos as obras através dos processos de seleção e refinamento apresentados, parte-se para a etapa de organização deles. Para isso recorreu-se ao uso do software Excel para a realização do fichamento dos textos. Desse modo, foi desenvolvida uma planilha para inserção das informações que consideramos relevantes nos trabalhos, contendo: ano de defesa, título, autor, Instituição de Ensino Superior (IES), estado de origem do programa de pós-graduação, título obtido (mestrado, mestrado profissional ou doutorado), palavras-chave e resumo. Assim, devido à extensão dos textos e o limite de tempo, optou-se por se realizar o movimento de Análise de Conteúdo a partir da leitura dos resumos.

¹A escolha em analisar as pesquisas a partir de 2017 deve-se as discussões que ocorrerem nos anos anteriores quanto à constituição da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) promulgada em 2018. Portanto, ao fazer essa seleção procuramos captar uma possível influência da nova BNCC sobre as pesquisas, uma vez que ela passou a conter referências ao uso da modelagem como metodologia de ensino.

3.3 Procedimentos de Análise de Dados da Pesquisa

Para realizar a análise dos dados foi utilizado o método de Análise de Conteúdo proposto por Bardin (2016), que consiste, segundo a autora, em “um conjunto de técnicas de análise das comunicações” (BARDIN, 2016, p. 37). Assim, partindo da mensagem apresentada nos dados é realizado um processo de estudo através de três fases: pré-análise, exploração do material e interpretação.

3.3.1 Primeira Fase: Pré-Análise

A pré-análise consiste no momento de organização, que segundo Bardin (2016, p. 126) possui três missões “a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração dos indicadores que fundamentem a interpretação final”. Nessa fase Bardin (2016) aponta cinco atividades:

- a) Leitura flutuante: primeira leitura para reconhecimento dos dados.
- b) Escolha dos documentos: momento de escolha dos dados que melhor se adequam ao objetivo da pesquisa.
- c) Formulação das hipóteses e dos objetivos: tendo feito a leitura dos textos é possível surgir novos objetivos para a pesquisa e/ou hipóteses, isto é, afirmações para serem investigadas ao longo do processo de análise.
- d) Referenciação dos índices e a elaboração de indicadores: sendo retirado da mensagem os temas expressos (índices) e a frequência de aparição desses temas (indicadores).
- e) Preparação do material: consiste na organização do material de modo a tornar o processo de análise mais facilmente operável.

3.3.2 Segunda Fase: Exploração do Material

O segundo momento trata-se da exploração do material que consiste em um processo de codificação, classificação e categorização dos dados (BARDIN, 2016). Sendo a codificação uma “transformação - efetuada segundo regras precisas - dos dados brutos do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo ou de sua expressão” (BARDIN, 2016, p. 133). Desse modo, a autora apresenta no momento de codificação a constituição das Unidades de Contexto, excertos dos textos que apresentam informações importantes de serem analisadas, e das Unidades de Registro, significado daquilo que é apresentado em uma unidade de contexto.

Assim, para cada unidade de contexto temos uma unidade de registro que representa a essência do excerto do texto.

O segundo momento desta fase trata-se da categorização, processo onde os dados são classificados e agrupados segundo suas semelhanças, tendo em vista à formação de categorias, sendo essas “rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos.” (BARDIN, 2016, p. 147). Desse modo, tendo o material categorizado é possível seguir para a última etapa.

3.3.3 Terceira Fase: Interpretação

Nessa fase é feito o tratamento e a interpretação dos resultados, isto é, os dados passam a receber significado para que o pesquisador possa então apresentar suas críticas e compreensões, sendo, portanto uma fase com grande teor subjetivo. Nesse sentido, buscamos compreender, através dos resultados obtidos na fase de exploração do material, quais concepções de modelagem foram empregadas nas pesquisas. E apresentar um processo de triangulação entre o significado presente nas categorias, a visão dos teóricos desta área e os dados obtidos por meio das pesquisas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os processos de fichamento e análise dos trabalhos culminaram em resultados que serão apresentados ao longo deste capítulo e que revelam um pouco do cenário no qual se encontram os trabalhos investigados, permitindo uma explicitação do que tem sido desenvolvido em sala de aula no que diz respeito à modelagem matemática nos últimos cinco anos.

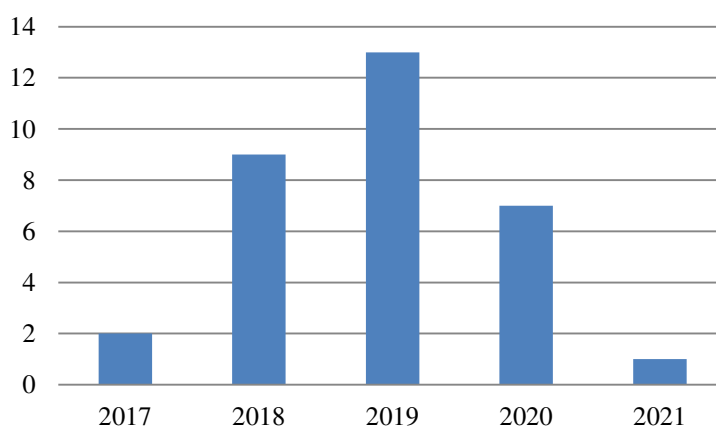
4.1 Informações Gerais

Através do fichamento dos textos obtivemos uma planilha de Excel contendo: ano de defesa, título do trabalho, autor, instituição de ensino, estado de origem do programa de pós-graduação, título obtido, palavras-chave e resumo, informações que passaram por um processo de tratamento e análise de dados resultando em informações quantitativas e qualitativas. Neste tópico, apresentamos algumas informações quantitativas que caracterizam os trabalhos e que foram obtidas através da contagem de frequência, isto é, do número de vezes que elas apareceram. Desse modo, foram contabilizados os dados referentes à data de publicação dos trabalhos, à localidade e ao tipo de pós-graduação.

Quanto ao ano de publicação, dentre os 32 trabalhos analisados, foram obtidos 2, 9, 13, 7 e 1 trabalhos referentes aos anos de 2017 a 2021, respectivamente, o que pode ser visto no Indicando um crescimento até o ano de 2019 seguido de uma queda nos anos seguintes.

Gráfico 1. Indicando um crescimento até o ano de 2019 seguido de uma queda nos anos seguintes.

Gráfico 1 – Quantidade de trabalhos defendidos por ano



Fonte: Dados da pesquisa

Tal situação pode ser ter sido motivada pela pandemia da Covid-19, uma vez que ela teve grandes impactos na educação, afetando as metodologias de ensino e dificultando o

relacionamento entre professor e aluno. De modo que a aplicação de atividades de Modelagem Matemática contaria com muitos obstáculos, dado que se trata de uma metodologia que necessita de interação social, opondo-se a situação de distanciamento e de modelo de ensino emergencial.

Contudo, é preciso citar que a coleta de dados foi realizada no início de 2022, portanto é provável que muitos trabalhos defendidos no ano de 2021 não tenham sido inseridos no BDTD até a data de coleta. No entanto não é possível confirmar essa hipótese, essencialmente devido à falta de dados para comparação, uma vez que a volta para o ensino presencial é muito recente, também em razão do uso de uma amostra de tamanho reduzido, que não representa a totalidade de trabalhos sobre modelagem matemática.

Em relação ao local de publicação dos trabalhos foi registrada a presença de 10 estados brasileiros. O número de trabalhos por estado pode ser visualizado na

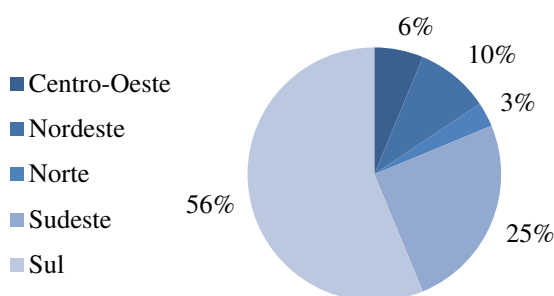
Tabela 1, com destaque para Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, com maior número de produções.

Tabela 1 - Quantidade de trabalhos por estado

Estado	Frequência
GO	2
MA	1
MG	2
PA	1
PB	2
PR	6
RJ	1
RS	11
SC	1
SP	5

Fonte: Dados da pesquisa

A discrepância de quantidade nesses três estados, em relação aos demais, afetam diretamente o percentual de trabalhos por região geográfica, como é apresentado no Gráfico 2. Desse modo, tem-se que 56% das pesquisas se concentram no sul e 25% na região sudeste, ou seja, 81% das pesquisas se concentram nessas duas regiões do Brasil.

Gráfico 2 - Número de trabalhos publicados por região geográfica

Fonte: Dados da pesquisa

Essa forte presença de pesquisas no sul e sudeste condiz com as informações apresentadas por Soares (2017), onde, das 261 pesquisas acadêmicas sobre modelagem matemática em Educação, realizadas entre os anos de 1979 a 2015 a região Sul possuía o maior percentual com um total de 44,83% seguido da Sudeste representando 40,61%.

Além disso, essas duas regiões também coincidem com os locais de atuação dos principais pesquisadores de modelagem matemática, que, conseqüentemente, exercem influência sobre o meio em que convivem, colaborando para o aumento de interesse em modelagem matemática e sendo responsáveis pela formação de muitos pesquisadores na área, através de seus textos, palestras e orientações.

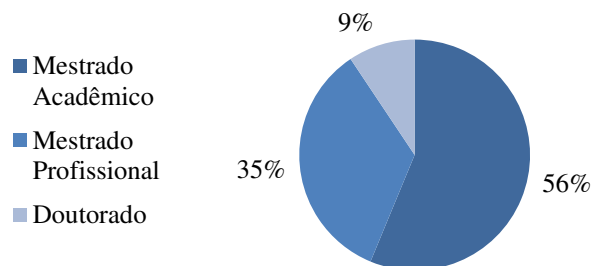
Quanto à titulação *stricto sensu* foram obtidos 18 trabalhos de mestrado acadêmico, 11 de mestrado profissional e 3 de doutorado, conforme pode ser visualizado na Tabela 2.

Tabela 2 - Número de pesquisas por titulação

Titulação	Frequência
Mestrado Acadêmico	18
Mestrado Profissional	11
Doutorado	3
Total	32

Fonte: Dados da pesquisa

O percentual dessas informações pode ser visto no Gráfico 3, onde as pesquisas de mestrado acadêmico representam uma maioria (56%), seguida das pesquisas de mestrado profissional (35%) e por fim as de doutorado (9%).

Gráfico 3 - Percentual de pesquisas por titulação

Fonte: Dados da pesquisa

Cenário esse que se aproxima daquele apresentado por Soares (2017), dado que, do total de pesquisas em modelagem matemática em educação publicadas entre os anos de 1979 e 2015, tinha-se que 55,94% correspondiam a trabalhos de mestrado acadêmico, de mestrado profissional 29,89% e 14,18% de doutorado.

Esses dados revelam um pouco sobre o cenário no qual se tem desenvolvidos as pesquisas de modelagem matemática aplicadas em sala de aula. Apresentando o fluxo do número de produções, evidenciando um aumento inicial seguido de queda nos últimos anos. Assim como a concentração dos trabalhos no sul e sudeste apontando para uma carência de pesquisas em outras regiões do Brasil. A apresentação desses dados serve de motivação para o desenvolvimento de futuras pesquisas em localidades onde a modelagem ainda não foi aplicada e estudada como metodologia de ensino, e também para o desenvolvimento de trabalhos sobre os impactos da pandemia na produção acadêmica de trabalhos em modelagem.

4.2 Movimento de categorização dos dados da pesquisa

Além dos dados de ordem mais quantitativa, o fichamento também contava com os resumos dos textos que tinham por potencial apresentar, de forma concisa, o trabalho que havia sido desenvolvido. Desse modo, ao se realizar a análise de conteúdo dos resumos, era esperado ser possível identificar as concepções de modelagem utilizadas, além de outras informações relevantes sobre a pesquisa. Logo, tendo em mãos o fichamento, iniciou-se o processo de análise desses dados.

Como já havia sido feita a seleção dos trabalhos através dos processos de refinamento, a fase de pré-análise contou com a organização dos dados em uma nova planilha, sendo codificados como “ano-n”, por exemplo, 2017-1 que pode ser lido como “primeiro trabalho de 2017”. Nesse momento, também foi realizada uma leitura dos resumos, momento onde foi possível verificar um panorama geral das pesquisas, sendo observadas as etapas de ensino

onde as atividades foram desenvolvidas, quais recursos e teorias foram utilizados concomitantemente à Modelagem Matemática, entre outros aspectos perceptíveis a uma primeira leitura.

Tendo assim o material pronto e contanto com as primeiras impressões apresentadas inicia-se a fase de exploração do material. Nesse momento o foco era se aprofundar mais nas pesquisas e retirar dos resumos informações relevantes que as caracterizavam para que fossem analisados. Em especial, em relação às concepções de modelagem matemática que consistia no principal objetivo desse trabalho.

Dessa maneira, foi realizada uma segunda leitura dos textos, contudo de forma mais minuciosa e detalhada. Nesse momento percebeu-se que muitos resumos não continham informações suficientes no que diz respeito a como as atividades de modelagem haviam sido desenvolvidas e em quais referenciais elas se baseavam. Tal fato dificultava o processo de análise, e retirar conclusões apenas com a leitura dos resumos poderia levar a equívocos não correspondendo verdadeiramente ao que foi desenvolvido. Em razão disso optou-se por ser efetuado um movimento de idas e vindas entre o resumo e o texto na íntegra, com objetivo de compreender em qual concepção de modelagem se baseava a atividade produzida.

Esse movimento permitiu identificar que algumas das atividades ditas de Modelagem Matemática não o eram. Esse foi um dos grandes problemas encontrados, pois apenas com a leitura dos resumos não era possível perceber esse equívoco. Das 32 pesquisas 6, em nossa percepção, não correspondiam a atividades de modelagem, mas poderiam ser caracterizadas como outras metodologias de ensino.

Para compreender o porquê de desconsiderarmos esses cinco trabalhos é preciso caracterizar bem o que é uma atividade de modelagem matemática. Pois mesmo que se tenham muitas concepções a essência da MM é a mesma, trata-se de uma atividade:

- Que busca a solução para um problema por meio de conhecimentos matemáticos e não matemáticos;
- Que possui caráter investigativo;
- E que parte de uma situação contextualizada da realidade.

Nesse sentido, como foi apresentado nas definições de Modelagem Matemática no capítulo 2, autores como Bassanezi (2014) e Almeida e Brito (2015) já inserem essa ideia de MM como uma atividade que busca a solução de um problema, mas isso não é exclusivo desses autores Biembengut e Hein (2009), Burak (2010) e Burak e Klüber (2013) também falam sobre resolução de problemas ao inserir etapas específicas para tal ação ao longo do processo de modelagem. Quanto a Barbosa (2001), ele também menciona a existência de

situações-problemas, sendo esse o ponto de partida das atividades de modelagem segundo o autor. Desse modo, podemos concluir que a presença de um problema é fundamental para a existência da MM.

Contudo é importante entender-se que, “O termo ‘problema’ é entendido aqui como uma situação na qual o indivíduo não possui esquemas a priori para sua solução. Assim, para a resolução de situações-problema, de modo geral, não há procedimentos previamente conhecidos ou soluções já indicadas.” (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2009, p. 12). Desse modo, por mais que uma atividade envolva situações da realidade, se não houver problema não podemos falar em Modelagem Matemática. Esse foi o caso de um dos trabalhos que apresentava exercícios onde o aluno já conhecia as etapas para resolução, não se tratando, portanto de uma atividade de modelagem por não conter um problema.

Ainda em relação à presença de problemas em atividades de MM, é fácil que essa metodologia seja confundida com Resolução de Problemas. Por mais que as duas sejam tendências em Educação Matemática, elas possuem pontos de convergência e divergência. Segundo Foss, Wichnoski e Bassoi (2020, p. 6), “podemos caracterizar as tarefas de Resolução de Problemas como tarefas situadas nos contextos semirreais ou reais, que apresentam uma estrutura enunciativa fechada e possuem um questionamento bem definido”. Entretanto, a Modelagem Matemática trabalha com situações reais, isto é, os dados são contextualizados e partem da realidade, possuindo muitas vezes problemas abertos. Além disso, na MM é comum que os alunos escolham o tema, procurem os dados e formulem os problemas, o que normalmente não ocorre em atividades de Resolução de Problemas.

Entre os trabalhos foram encontrado um que se aproximavam mais da metodologia de Resolução de Problemas do que da Modelagem Matemática, isto porque continham problemas similares aqueles encontrados em livros didáticos. E como aponta Burak e Klüber (2013),

na Modelagem Matemática os problemas apresentam características distintas dos problemas apresentados pela maioria dos livros textos:

- são elaborados a partir dos dados coletados na pesquisa exploratória;
- estimulam a busca e a organização dos dados;
- possuem, geralmente, caráter genérico, o que exige esforço e reflexão por parte de estudantes e professor;
- favorecem a compreensão de uma determinada situação;
- incentivam a participação ativa do aluno nas discussões e elaboração.

(BURAK; KLÜBER, 2013, p. 41)

Desse modo, uma atividade de MM precisa levar o aluno a um processo ativo de pesquisa, busca e investigação à procura da solução para o problema. Desse modo,

Modelagem Matemática está intrinsicamente relacionado à problematização e investigação (BARBOSA, 2004). Assim, trata-se de uma atividade de cunho investigativo, ou seja, que procura desenvolver uma postura investigativa no aluno (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2009; BURAK; KLÜBER, 2013). Essa característica da MM também é um ponto de similaridade com a metodologia de Investigação Matemática.

Ao longo das leituras foram identificados dois trabalhos que não podem ser considerados como trabalhos de Modelagem Matemática, e que se aproximavam muito mais de Investigações Matemáticas. Entende-se essa tendência no sentido de Ponte *et al.* (1998)

“Actividades investigativas” ou “investigações matemáticas” designam, no contexto deste projecto, um tipo de actividade que dá ênfase a processos matemáticos tais como procurar regularidades, formular, testar, justificar e provar conjecturas, reflectir e generalizar. São actividades de cunho muito aberto, referentes a contextos variados (embora com predominância para os exclusivamente matemáticos) que podem ter como ponto de partida uma questão ou uma situação proposta quer pelo professor, quer pelos alunos. (PONTE *et al.*, 1998, p. 15)

Assim uma das maiores diferenças entre essas duas metodologias reside na presença do contexto real que é fator essencial em atividades de modelagem, mas não para as de Investigação Matemática. Além disso, o destaque nas atividades de investigação se dá para o processo matemático, o que não aparece como foco para alguns autores de modelagem como Burak (2010) e Barbosa (2001) que se concentram mais na formação crítica do aluno.

Outro conflito de definição de teoria foi quanto ao uso de Jogos como metodologia de ensino, presente em duas dissertações. Metodologia essa que se aproxima da Resolução de Problemas por apresentar um problema que o aluno deve resolver, possuindo, portanto, as mesmas diferenças que a Resolução de Problemas apresenta em relação à Modelagem Matemática. Desse modo, o jogo não possui comprometimento com a apresentação de um problema de origem da realidade, assim como não garante que o aluno será levado à busca de informações por meio da exploração e investigação. O que é observado nos dois trabalhos que utilizavam jogos é a carência de relação entre os problemas apresentados e com o contexto real, sendo assim, argumento suficiente para não serem consideradas atividades de Modelagem Matemática.

A percepção dessas confusões na definição do que é uma atividade de MM, nos levou a realizar uma nova filtragem dos dados, onde foram removidos esses cinco trabalhos, os quais não foram considerados como sendo aplicações de atividades de Modelagem Matemática. Assim, resultou-se em uma nova base de dados com 26 pesquisas, que foram novamente codificadas. Os resumos destes trabalhos podem ser observados

no

Quadro 1 abaixo.

Quadro 1 - Resumo dos trabalhos analisados

Código	Resumo (texto na íntegra)²
2017-1	A resolução de problemas está sempre presente na vida das pessoas. Na área de exatas, a modelagem matemática é uma ferramenta eficaz na tomada de decisão, pois permite uma melhor visualização do problema. Essa dissertação, num primeiro momento, aborda a teoria básica de Otimização Linear e o método simplex e, posteriormente, sua aplicação na modelagem e resolução de problemas matemáticos voltados ao Ensino Médio. É proposto um material sobre este tema, direcionado especialmente aos professores da Educação Básica que lecionam na última série do Ensino Médio. Elencam-se alguns problemas que podem ser trabalhadas com os alunos em sala de aula ou em atividades extracurriculares. Alguns desses problemas são resolvidos graficamente e, para os que possuem maiores dimensões, é utilizada uma planilha de cálculo. Foi aplicado, em forma de oficina, um dos problemas propostos nesse texto em uma Escola Técnica da cidade de Bauru/SP. A descrição e a análise dessa aplicação são apresentadas e discutidas.
2018-1	Nesta pesquisa investiguei as discussões matemáticas que ocorreram entre alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em um ambiente de Modelagem Matemática. As discussões matemáticas referem-se aos conceitos e às ideias ou procedimentos matemáticos pertencentes à disciplina Matemática. Realizei uma pesquisa de natureza qualitativa por meio de observações não estruturadas e participantes, de modo que os dados foram coletados em uma turma do primeiro ano do Ensino Médio do Projeto de Ensino Médio de Jovens e Adultos (PROEMJA). O PROEMJA é vinculado ao Programa de Educação Básica de Jovens e Adultos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que fica localizado no Centro Pedagógico da UFMG na cidade de Belo Horizonte. As observações foram registradas por meio de gravações de áudio, vídeo, questionário e diário de campo. A partir da análise dos dados foi possível inferir que a produção das discussões matemáticas advém da relação que os alunos da EJA estabelecem entre a Matemática e a sua trajetória pessoal, experiência de vida. Em outras palavras, as discussões matemáticas foram produzidas com a convergência de sinergias entre as experiências escolares e não escolares dos indivíduos com a Matemática. Ademais, os resultados deste estudo sinalizaram também que a ocorrência das discussões matemáticas dos alunos da EJA pode nos oferecer subsídios teóricos sobre as características dessas discussões em um Ambiente de Modelagem Matemática.

²Optou-se por não indicar o autor dos trabalhos por motivos éticos, evitando expor alguma pesquisa de forma indevida, por esse motivo os resumos não são referenciados, entretanto os trabalhos podem ser encontrados nas referências bibliográficas.

2018-2	O foco desta pesquisa foi compreender como se constitui a Divisão do Trabalho entre os estudantes, organizados em grupo, no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática proposta segundo as orientações teóricas da Educação Matemática Crítica. Ao longo da investigação, tive como direção discutir como, a partir da Divisão do Trabalho, as ações dos estudantes se distanciam e se aproximam do que é esperado ao se propor uma atividade dessa natureza em sala de aula. A pesquisa aconteceu em uma turma de 3º Ano do curso Técnico Integrado ao Ensino Médio em Meio Ambiente, do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), campus Governador Valadares, da qual um grupo foi escolhido para a análise. Para o desenvolvimento da investigação, implementei, juntamente com a professora da turma, um ambiente de aprendizagem de Modelagem, buscando seguir as orientações teóricas da Educação Matemática Crítica. A pesquisa é de natureza qualitativa e os dados foram produzidos por meio de observação participante e entrevistas com o grupo de estudantes e com a professora. O conceito de Divisão do Trabalho é oriundo da Teoria da Atividade, que tem sua origem na escola Histórico-Cultural da psicologia soviética. A análise das ações dos estudantes a partir desse conceito teve como foco as tarefas com as quais os estudantes se envolveram e como se estabeleceram as relações de poder e se constituíram os status entre os integrantes do grupo no desenvolvimento da atividade de Modelagem. Com as análises, foi evidenciado que, em diversos momentos, existiram possibilidades, a partir das ações dos estudantes, de se romper com a tradição da Educação (Matemática) escolar e outras possibilidades que fortalecem essa tradição. Foi possível concluir que o ambiente de aprendizagem de Modelagem proposto segundo a abordagem teórica da Educação Matemática Crítica não consegue favorecer rompimentos significativos com a tradição da Educação (Matemática) escolar, mas são possíveis pequenos rompimentos que causam algumas perturbações no que parece fortemente solidificado por essa tradição. A análise da Divisão do Trabalho me possibilitou entender como a natureza das tarefas favorecia ou não a atuação de determinados integrantes do grupo no desenvolvimento do projeto de Modelagem, compreender como se dava a partir das relações de poder estabelecidas no decorrer da atividade de Modelagem, perceber como as relações entre os sujeitos, a partir das tarefas, favoreciam os status por eles ocupados no desenvolvimento da atividade de Modelagem ou como prevaleceram, no grupo, os status já existentes entre os estudantes enquanto integrantes de uma turma. A discussão desenvolvida na presente tese contribui para o campo da Modelagem na Educação Matemática por colocar em debate as relações de poder que se constituem na Divisão do Trabalho em uma Atividade de natureza coletiva, explicitando novos elementos que implicam na inserção da Modelagem em sala de aula.
2018-3	A resistência ao estudo e compreensão da Matemática por alunos de Escola Básica pode ter várias justificativas, tais como não gostar, não se identificar, entender que esse estudo é para poucos, ou que é um conhecimento inútil, entre outras. Considerando que a disposição para aprender é produto das relações com o mundo e com os outros, o objetivo do presente trabalho é analisar as transformações das concepções de um grupo de alunos, sobre a importância da Matemática em atividades agrícolas. Para isso, foram elaborados e aplicados questionários com questões sobre essas concepções, antes e após a realização de atividades de Modelagem Matemática de problemas agrícolas, com diferentes graus de autonomia do aluno na tarefa de investigação, em uma turma de 3º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Agropecuária. As respostas, juntamente com observações do autor, devidamente anotadas em diário de bordo, foram interpretadas utilizando a metodologia de Análise de Conteúdo, a qual pressupõe um quadro de categorias, nesse caso, elaborado com base na Teoria da Relação com o Saber de Bernard Charlot. Os relatos obtidos no questionário inicial mostraram que, para a maioria desses alunos, a Matemática é importante para a agricultura e é vista como uma ferramenta (relação epistêmica como saber) para resolver problemas elementares. Tal concepção, provavelmente tem origem nos discursos dos pais e dos professores (relações sociais com o saber) que desempenham um papel motivador (relações identitárias com o saber), argumentando que os alunos devem estudar para entrar na faculdade, ter um bom emprego e ser alguém na vida. Tais concepções caracterizam-se por afirmações genéricas ou com exemplos associados a medidas e questões financeiras. Após as atividades, percebeu-se um reforço ainda maior dessa concepção, porém com o entendimento mais amplo da utilidade, associado a questões técnicas de projeto de instalações, processos, atividades de planejamento e utensílios agrícolas, com o envolvimento efetivo de outros conteúdos do Ensino Médio, além de grandezas proporcionais, evidenciando uma transformação das relações epistêmicas com o saber. Observou-se em alguns alunos, que transformações nas concepções da relação entre Matemática e agricultura (relações epistêmicas) implicaram em transformações no interesse, gosto, vontade e motivação para estudar (relações identitárias).

2018-4	Este trabalho, explora através das metodologias: Resolução de Problemas e Modelagem Matemática, conceitos da teoria dos Grafos no segundo ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual. Os conceitos aqui desenvolvidos de maneira contextualizada, tem como intuito levar os alunos a experimentar um conteúdo não presente na grade curricular, mas que pode ser utilizado para explicar e resolver problemas do cotidiano.
2018-5	‘Uso do Software Geogebra e Modelagem Matemática no Ensino de Funções’ é o tema abordado neste trabalho, e que propõe como objetivo principal, ampliar e complementar a abordagem didática do conteúdo de funções. Após frustrações do autor, ao ensinar esse conteúdo, via o processo tradicional e observamos, nos livros didáticos, concepções confusas e muitas vezes contraditórias do conteúdo em relação a bibliografia específica, destacamos a necessidade de ampliar as abordagens utilizadas para o ensino de funções. Diante disso, nossa metodologia de trabalho foi realizar estudos em diversos livros específicos que trata de funções e da técnica de modelagem, bem como, aprender a manusear os recursos do Geogebra. Dessa forma, propomos este material que servirá para o professor melhorar o seu conhecimento de funções, e por fim, aplicar o mesmo aos seus alunos. De modo geral, apresentamos conceitos, análises gráficas e aplicações de funções, bem como, a resolução, com o auxílio do Geogebra, de problemas associados ao cotidiano do professor em sala de aula. Diante do exposto, e considerando as informações colocadas, de forma didática, em cada capítulo, realizando a captura das telas do Geogebra, no momento das explicações das variações de funções, concluímos que o objetivo proposto foi atingido, uma vez que o material ficou bem abrangente em relação ao conteúdo de funções. Apesar disso, entendemos que uma aplicação desse material em um grupo de professores, em formato de oficina, nos traria mais subsídios para a melhoria do mesmo. No entanto, como não tivemos a oportunidade da realização dessa atividade, vamos considerar como uma de nossas propostas futuras.
2018-6	Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar como os estudantes da terceira série do Ensino Médio, de uma escola pública do município de Tunas do Paraná, percebem a Modelagem Matemática para sua aprendizagem. A partir do objetivo geral delimitamos o objetivo específico: analisar se a Modelagem Matemática proporcionou percepções diferentes daquelas que o estudante já possuía em relação à maneira como a Matemática era trabalhada em sala de aula através dos livros didáticos e agora com a participação na elaboração e resolução das atividades. Numa abordagem qualitativa, pesquisa traz o referencial teórico sobre o tema com as concepções de alguns autores em relação à Modelagem Matemática e suas contribuições para a Educação Matemática. A pesquisa aponta para a possibilidade de, metodologicamente, utilizar a Modelagem Matemática como uma estratégia para a apreensão dos conteúdos matemáticos, utilizando-se como base os resultados obtidos pelo grupo de vinte e cinco estudantes do terceiro ano do ensino médio. A presente pesquisa utilizou-se de entrevistas, análise de materiais produzidos pelos estudantes pesquisados, observação e grupo focal. Os sujeitos da pesquisa foram vinte e cinco estudantes que formavam a terceira série do Ensino Médio de uma escola pública do Município de Tunas do Paraná. Os principais interlocutores utilizados para fundamentação desta pesquisa foram os professores: Ubiratan D’ Ambrósio, Maria Salett Biembengut, Rodney Bassanezi, Jonei Cerqueira Barbosa e Dionísio Burak.

2018-7	Esta pesquisa foi conduzida em busca da resposta da seguinte questão: Quais as implicações que decorrem do ensino, na perspectiva da Modelagem Matemática, para a aprendizagem nas dimensões cognitiva e social, à luz Teoria dos Registros de Representação Semiótica e das contribuições de Paulo Freire para a educação dialógica? Portanto o objetivo delineado é evidenciar as implicações do ensino, na perspectiva da Modelagem Matemática, para a aprendizagem, por meio de uma análise cognitiva, embasada na Teoria dos Registros de Representação Semiótica de Duval (2004, 2009, 2010, 2011, 2012a, 2012b, 2012c) e por meio de uma análise social, fundamentada nas contribuições de Freire (1979, 1983, 2001, 2017a, 2017b) para a educação dialógica. Almejando atingir o objetivo traçado, a metodologia do trabalho foi embasada no suporte teórico da pesquisa de estudo de caso etnográfico, de acordo com o entendimento de André (2008) e de Marconi e Lakatos (2002). Neste sentido, os instrumentos de coleta de dados utilizados foram as produções dos estudantes durante a realização das atividades propostas, os relatórios construídos a partir da observação sistemática participante e questionários. A pesquisa foi realizada em uma escola municipal de Ensino Fundamental, da cidade de Araucária – PR. Os sujeitos da pesquisa compreendem a professora pesquisadora e seus 32 (trinta e dois) estudantes de uma turma do nono ano. Os procedimentos metodológicos foram conduzidos pela Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática e de acordo com a concepção de Burak (1992, 1994, 2004, 2006, 2010a, 2010b). Para tanto, o trabalho foi desenvolvido a partir dos temas escolhidos pelos estudantes, por critério de relevância, que envolvia os problemas causados pela dengue e pela crise econômica, assim como a reutilização do lixo. O problema levantado consistia em saber se a reutilização do lixo, para confecção de peças artesanais, poderia ajudar no combate da dengue e diminuir os problemas causados pela crise econômica. Sua solução mostrou que deixando de jogar um volume equivalente à 387,73 litros de lixo, poderia ser arrecadado R\$ 2.805,00, na venda das peças confeccionadas com este material reutilizado. A principal implicação do ensino na perspectiva da Modelagem Matemática, para a aprendizagem na dimensão cognitiva, que reflete implicações secundárias, foi evidenciada por intermédio da Teoria dos Registros de Representação Semiótica na medida em que surgiam as dificuldades dos estudantes sobre os objetos matemáticos necessários à resolução do problema levantado. A interação constante entre professora e estudantes em busca de superar as dúvidas apresentadas, característica fundamental da educação dialógica, fazia emergir manifestações e registros que, analisados com base nos pressupostos da teoria de Duval, revelaram fragilidades decorrentes da falta de conhecimentos elementares da matemática, que pode ser proveniente da predominância de uma educação tradicional. Já as implicações secundárias são caracterizadas pela dificuldade dos estudantes na construção dos conceitos matemáticos, evidenciada pela falta de hábito de trabalhar nesta perspectiva e pela resistência à metodologia proposta. Em ambos os casos, constata-se a internalização de um ensino bancário, considerado pela maioria dos estudantes como metodologia que oferece maior possibilidade de promover a aprendizagem. As implicações do ensino na perspectiva da Modelagem Matemática, para a aprendizagem na dimensão social, foram reveladas à luz dos pressupostos teóricos da educação dialógica defendida por Freire, na medida em que os estudantes manifestaram mudanças de atitudes em relação aos cuidados e reutilização do lixo, uma vez que o diálogo, a motivação e a interação, permitiram o desenvolvimento de sua autonomia, criatividade e criticidade.
2019-1	Este trabalho teve como tema de estudo o uso da Modelagem Matemática para o ensino e aprendizagem de funções na Educação Básica. O objetivo foi realizar uma alternativa pedagógica de ensino usando a Modelagem Matemática para abordar o conceito de função em uma perspectiva dinâmica e variacional e desenvolver nos alunos a capacidade de matematização de uma situação-problema usando funções. A proposta foi desenvolver, planejar, realizar e analisar uma alternativa pedagógica de ensino com alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de São Paulo/SP. Nesse estudo pretendemos em um primeiro momento, investigar o papel da Modelagem Matemática na resolução de problemas que envolvam funções elementares. Em nossa investigação, enfatizamos a relação dinâmica entre as variáveis. Foi posteriormente desenvolvido o conceito de taxa de variação instantânea. A estratégia metodológica usada foi um estudo experimental que se deu por meio de uma alternativa pedagógica de ensino elaborada de modo que a aprendizagem ocorresse em estágios gradativos de abstração e complexidade. A análise de dados coletados foi de natureza qualitativa baseadas nas pesquisas na área de Modelagem Matemática, Aprendizagem Significativa de Ausubel e Registros de Representação Semiótica de Raymond Duval.

2019-2	Conceitos matemáticos carregam o estigma de serem de difícil assimilação por parte dos alunos, o que leva à desmotivação em se querer aprender. Há, entretanto, abordagens de ensino que podem ser aplicadas para conquistar o interesse do aluno pela matemática. Destacadamente, o uso de modelagem se apresenta como uma alternativa ao ensino de conceitos matemáticos. Todavia, resta saber se é possível adequar uma abordagem de ensino de conceitos matemáticos às várias realidades que compõem as salas de aula das escolas pelo mundo, por mais que sejam divulgados resultados animadores sobre a questão. Neste sentido, que se propõe o presente trabalho. Aplicar modelagem matemática em sala de aula para apoiar o processo de ensino-aprendizagem de alunos do ensino médio de uma escola da rede pública estadual de Minas Gerais-Brasil. Para tal, foi feita uma intervenção em turmas do segundo ano do ensino médio desta escola abordando o conceito de matrizes, por meio de sequências didáticas. Foi adotada uma análise quantitativa para medir, em comparação com um grupo de controle, se houve ganho ou prejuízo em alguns quesitos analisados, bem como uma análise qualitativa a partir de questionários e observações. Foi diagnosticado quantitativamente, para o desenho de amostra considerado e para a disponibilidade de tempo e espaço, que o uso de modelagem em sala de aula não gera ganho nem prejuízos consideráveis. Entretanto, a abordagem se mostrou satisfatória, por permitir maior retenção da atenção do aluno e, também promissora, se puder contar com espaço físico adequado e tempo maior para conduzir as atividades.
2019-3	O presente trabalho versa sobre uma pesquisa qualitativa, tendo por tipo a pesquisa pedagógica. Os sujeitos da pesquisa são alunos da modalidade EJA, fase IV, pertencentes à Escola Municipal São Domingos que fica no distrito de São Domingos na cidade de Brejo da Madre de Deus - PE. O objeto da nossa pesquisa é o uso como ferramenta pedagógica do entrelaçamento da Etnomatemática com a Modelagem Matemática. Dentro dessa ótica, buscamos responder a seguinte questão norteadora: Como relacionar didaticamente o saber matemático aplicado no processo de confecção de roupas com o saber escolar? Considerando essa provocação, tivemos como objetivo geral: Analisar possibilidades de, na prática pedagógica do professor, embasada em uma postura sociocultural, relacionar a Matemática usada na confecção de roupas ao ensino de Matemática na EJA. A nossa hipótese é a de que, um ensino de Matemática, de uma forma significativa, na EJA, que respeite e valorize aspectos socioculturais, em conexão com a Modelagem, pode contribuir para uma formação integral do aluno e diminuir a aversão pela matemática. Para a coleta de dados, usamos a observação participante, com registros de dados por meio de gravações de voz e fotos quando necessário e questionários com questões abertas e fechadas, que seguiu as etapas inerentes a um trabalho na linha da Modelagem Matemática. Para interpretação dos dados, utilizamos a Análise de Conteúdo de Lawrence Bardin. Como resultado, tivemos uma ótima participação dos alunos nas propostas de atividades apresentadas, baseado no diálogo, na valorização do conhecimento de mundo e interação, especificamente da Matemática aplicada na confecção de roupas, considerando princípios freirianos, a partir da problematização de situações reais, como a confecção de saias godê, da gramatura de tecidos e da relação entre a simetria com estampas e bordados de tecidos. Como também, uma acentuada valorização de se aprender matemática.
2019-4	Este trabalho aborda a Modelagem Matemática desenvolvida em uma turma de Educação Infantil na perspectiva da Educação Matemática conforme Burak (1992). Teve como objetivo analisar as contribuições da Modelagem Matemática para a prática pedagógica na Educação Infantil, com crianças de 5 e 6 anos a partir da construção de um processo de Modelagem Matemática em uma escola em tempo integral e pública do município de Pinhais-PR. A revisão de literatura, revelou uma quantidade reduzida de estudos sobre a Modelagem Matemática voltados à Educação Infantil, mesmo sendo incluídos os trabalhos voltados para os anos iniciais do Ensino Fundamental. A pesquisa de intervenção, foi desenvolvida com crianças de 5 e 6 anos, a partir do tema Dinossauros, que partiu do interesse das crianças. A partir das curiosidades e questionamentos das crianças, surgiram outros cinco subtemas: A extinção dos dinossauros, Os dinossauros e suas patas, A alimentação dos dinossauros, Os dinossauros e os ovos, e O tamanho dos dinossauros. As pesquisas exploratórias foram realizadas a partir de recursos como “contaçon” de histórias, leitura de livros, vídeos, entre outros. O levantamento e resolução dos problemas foi realizado de forma coletiva e individual e a análise crítica das soluções ocorreu após a apresentação das soluções de cada criança resultando na construção de uma resposta coletiva, para cada problema de todos os subtemas. Concluímos que a prática da Modelagem Matemática na Educação Infantil contribui para a interação, à construção dos conhecimentos de forma lúdica e promove a participação efetiva da criança, estimula a criatividade, e promove o trabalho entre os diferentes campos de conhecimentos.

2019-5	A discussão a respeito da Modelagem Matemática sob o ponto de vista curricular depara-se com alguns desafios a serem superados. Nesse sentido, a partir do uso de descrições de práticas curriculares de Modelagem, realizadas por professores e pesquisadores no Ensino Fundamental, num contexto da Educação Matemática e com o uso da concepção defendida por Burak (1992; 2010; 2012) buscamos analisar as dimensões envolvidas no processo de ensino e aprendizagem mediado por essas práticas. A questão de investigação ficou assim determinada: Que dimensões se revelam nas práticas curriculares com Modelagem Matemática, numa perspectiva de Educação Matemática, no Ensino Fundamental? A trajetória dessa pesquisa se inicia com a apresentação da metodologia que é de natureza qualitativa/ interpretativa, pois compartilha as características apresentadas por Bogdan e Biklen (1994). A análise é realizada a partir da triangulação dos dados. Na sequência, apresentamos um levantamento de pesquisa, realizado no Portal da Capes, que tem como objetivo conhecer como as pesquisas de Modelagem Matemática abordam o tema curricular. Em seguida, trazemos os capítulos dos referenciais teóricos sobre as discussões curriculares, as práticas curriculares e a perspectiva em que adotamos o termo dimensões utilizado em nossas análises. No capítulo seguinte abordamos a Modelagem Matemática e as discussões curriculares no contexto da Educação Matemática e da Matemática Aplicada. Os referenciais teóricos dão sustentação às análises e interpretações dessa tese e apresentam autores que discorrem e se pautam em defesa de um currículo no qual são defendidas questões, como por exemplo, o que, para quem e por que ensinamos. Para além do cumprimento dos conteúdos curriculares, as análises revelam o favorecimento de dimensões que propugnam uma formação de estudante crítico, participativo, autônomo e criativo. As sete dimensões categorizadas estão imersas em quatro dimensões tomadas emprestado de Miguel (1993): a Dimensão da Superação e da Formação Cognitiva, na Dimensão Epistemológica; a Dimensão Estética, na Dimensão Teleológico-Axiológica; as Dimensões da Formações Político-Social e Humano-Relacional, na Dimensão Psicológica; e, as Dimensões da Formação Interdisciplinar e da Formação Curricular, na Dimensão Didático-Pedagógica. Nesse sentido, as práticas curriculares com Modelagem Matemática, na concepção de Burak (1992; 2010; 2012) permitem constatar a realização de um ensino interdisciplinar, que contempla e revisa os conteúdos prescritos em documentos oficiais, permite aprendizagens significativas e relevantes e concebe o favorecimento de dimensões que atuam no processo de formação crítica e emancipatória dos estudantes.
2019-6	Ministrar a disciplina matemática na educação básica é um grande desafio. Logo para o professor obter sucesso, o grande valor a ser cultivado é apresentar aos alunos conteúdos significativos. Na atualidade, em muitos casos, o ensino da matemática se restringe a "decoreba", e nesse sentido propomos um trabalho onde a autonomia para gerenciar a própria aprendizagem nas Atividades de Modelagem esteve presente. A aproximação entre os conteúdos escolares e a valorização das contextualizações, aliado a grande importância do uso da sala de informática foi nosso ponto de partida. Nessa perspectiva, a modelagem matemática é um mecanismo que pode ser facilmente associado a alguns conteúdos que compõe o currículo da disciplina a fim de facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Assim, neste trabalho, é implementada uma discussão acerca de como a modelagem matemática pode ser trabalhada em consonância com o estudo das equações de diferença, com o objetivo de aproximar a matemática formal da matemática cotidiana e, com isso, aproximar o aluno da sua realidade. Para tanto, foi realizada uma profunda pesquisa bibliográfica em acervos de autores renomados na área de Modelagem Matemática, Funções e Ensino-Aprendizagem de Matemática, o que possibilitou a formação de um consistente alicerce teórico para o desenvolvimento desta pesquisa, além de intervenção em uma turma de Ensino Médio em uma disciplina eletiva ofertada pelo pesquisador em uma Escola de Tempo Integral. Por fim, verificou-se a significância da abordagem de modelagem matemática associada aos conteúdo do currículo do Ensino Médio, em especial ao conteúdo de equações de diferenças, e em um dado momento, por curiosidade dos alunos, a função quadrática, na condição de mecanismos matemáticos capazes de desenvolver habilidades ímpares nos discentes, como a abstração e o raciocínio lógico.

2019-7	Apresenta-se neste trabalho uma pesquisa com enfoque didático-pedagógico em modelagem matemática, fazendo uso das cinco etapas da modelagem sugeridas por Burak e Aragão (2012), como suporte para a construção de sequências didáticas utilizadas na fase de intervenção por meio da realização de experimentos, cujo objetivo foi analisar o uso didático da modelagem matemática na resolução de problemas de estatística aplicados aos alunos de uma turma do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública de São Luís, MA. Para fundamentar as discussões teóricas sobre o assunto foram utilizados os estudos de Barbosa (2004); Almeida, Silva e Vertuan (2012); Burak e Aragão (2012); Meyer, Caldeira e Malheiros (2013); Bassanezi (2016); Biembengut (2016); Biembengut e Hein (2016); Alencar e Bueno (2017). Foi uma pesquisa qualitativa de intervenção, destinada às reflexões teóricas sobre a apropriação de conceitos sobre as medidas de tendência central e de dispersão, bem como a aplicação dessas medidas na resolução de problemas estatísticos. Os resultados revelaram que os discentes se apropriaram dos conceitos trabalhados, bem como, das atividades estatísticas desenvolvidas em sala de aula. Observou-se também que essa metodologia permitiu-lhes desenvolver novas heurísticas de resolução, promovendo dessa forma, aprendizagem do objeto de estudo. Contudo, a proposta de ensino desencadeou o produto educacional que constituiu um tutorial para o uso da modelagem matemática em experimentos estatísticos na Educação Básica com quatro atividades sobre as medidas estatísticas de centralidade e de dispersão, que foram trabalhadas com os alunos pesquisados. Para isso, foram realizados quatro experimentos: os dois primeiros temas (copa do mundo; eleições 2018 no Brasil) foram apresentados pela pesquisadora e os outros dois temas foram escolhidos pelos alunos, que sugeriram com maior ênfase dois tópicos de discussão: saúde e tecnologia. Dessa forma, os dois últimos experimentos contemplaram a abordagem dos temas (diário alimentar; o uso do GeoGebra no tratamento da informação).
2019-8	A pesquisa aborda a inserção do uso de Tecnologias Digitais (TD) articuladas aos pressupostos da Modelagem Matemática (MM) no ensino. Tem como princípio vetor a mobilização pedagógica de conhecimentos por parte do professor, em relação a mecanismos de ensino, possíveis de serem operacionalizados em sala de aula. Tem como objetivo investigar possíveis relações da MM com as TD na educação escolar, para subsidiar os processos de ensino no 5º ano do ensino fundamental. Os objetivos específicos estão relacionados com o desenvolvimento de meios para o uso de TD com a matemática por atividades escolares, via MM e estratégias de ensino de base tecnológica. A questão norteadora estabelece o seguinte parâmetro de inquérito: “Como relacionar a MM com as TD, tendo em vista o ensino de conceitos matemáticos?”. Para respondê-la e alcançar os objetivos, a metodologia foi baseada em estudo sistemático de referenciais teóricos tais como: Bassanezi (2011), Biembengut e Hein (2016), Valente (1998), Borba, Silva e Gadaniadis (2016), Mazzoti (1998) e outros. Levantamento de literatura relacionada ao tema, agregando as pesquisas de Menezes (2016), Schütz (2015), Furtado (2014), Mastrela (2014), Borssoi (2013), Ferreira (2013), Diniz (2007), Barbosa (2001). Além de instrumentos e técnicas auxiliares de recolha de informações adicionais que versam sobre a formação de grupos de discussão (grupos focais), observação participante e entrevistas. Essa investigação se pautou na organização e dimensionamento de experimentos de ensino, em que as atividades foram dimensionadas a partir de uma configuração de cenários educacionais e foram direcionadas para a produção de modelos temáticos com dois temas: I - Matemática e construção civil (construção de plantas baixas e maquetes) e II - Matemática e arte (Construção de elementos artísticos), a partir de TD disponíveis na escola como: geogebra, phet, kahoot e elementos de MM no ensino, por meio da aplicação de um projeto de intervenção para 36 alunos do 5º ano em uma escola municipal na cidade de Santarém – PA. Esses recursos digitais auxiliaram o processo de ensino de matemática, projetando possibilidades de ensinar conceitos matemáticos através de uma linha de investigação educacional (STEFFE; THOMPSON, 2000). Os resultados projetam considerações sobre: encaminhamentos dialógicos proporcionados pelo docente, ao iniciar o desenvolvimento das atividades, fornece um fator de interesse inicial sobre as situações propostas e planejadas. Do ponto de vista tecnológico, houve um grau de interesse significativo, quando os discentes realizaram as primeiras manipulações e desenvolvimento dos projetos temáticos. Em cada etapa dessas atividades, a matemática ia surgindo e sistematizada de forma articulada com outros assuntos ou conhecimentos, sendo possível desenvolver um trabalho interdisciplinar, caracterizando elementos de discussão para se pensar em validar a implementação de novas metodologias para o ensino da matemática, a partir das relações entre a MM e as TD, objetivando as aprendizagens de conceitos e representações matemáticas.

2019-9	Alicerçados nas ideias de Freire sobre a Educação como processo de conscientização, apresentamos nessa dissertação uma pesquisa em Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica, de acordo com Skovsmose e Barbosa. Essa é uma pesquisa qualitativa desenvolvida com 35 alunos do oitavo e nono anos da Escola Estadual de Ensino Fundamental Thomé Antônio de Azevedo, classificada como escola do Campo e localizada na zona rural de São Sebastião do Caí / RS. Para a coleta de dados, desenvolvemos um projeto que resultou na construção de uma estufa para a produção de alimentos orgânicos. O objetivo principal dessa pesquisa é identificar e analisar as contribuições dos ambientes de aprendizagem oferecidos pela Modelagem Matemática para o desenvolvimento da criticidade, da compreensão da sociedade em que estão inseridos e da potencialização da tomada de decisões dos estudantes que participaram do estudo. Além disso, investigamos as consonâncias existentes entre esses ambientes de aprendizagem com as concepções da Educação Matemática Crítica e da Educação do Campo. A partir dos dados obtidos e das análises realizadas, identificamos alternativas pedagógicas que podem auxiliar outros professores que almejam desenvolver atividades semelhantes. Também, apresentamos as compatibilidades existentes entre essas propostas pedagógicas com os anseios da educação popular voltada para o ensino do Campo.
2019-10	Reconhecendo a importância da Estatística na formação do educando esta pesquisa objetivou investigar como o ensino da Estatística no Ensino Médio contribui para a formação crítica dos estudantes. O aporte teórico se baseia na Educação Estatística Crítica de Campos (2007), que visa desenvolver as habilidades de letramento, raciocínio e pensamento estatístico juntamente com os objetivos da Educação Matemática Crítica a fim de proporcionar uma pedagogia democrática e reflexiva. Ainda, para o autor, ambientes de Modelagem Matemática contribuem no desenvolvimento da Educação Estatística Crítica ao permitir um ambiente de problematização e investigação. Deste modo, buscou-se identificar como a Educação Estatística Crítica está presente no ensino dos conceitos estatísticos e se a Modelagem Matemática é utilizada pelos professores como estratégia de ensino deste conteúdo. A pesquisa aconteceu em duas escolas da rede estadual de ensino no município de Rio do Sul, Santa Catarina. A pesquisa é de caráter qualitativo e para a coleta de dados foram realizadas entrevistas com docentes e observações do ambiente escolar. Para a análise de dados optou-se pelo método da triangulação de dados. Foi possível identificar que o ensino da Estatística nas duas escolas contribui para o desenvolvimento das habilidades de letramento, raciocínio e pensamento estatístico, bem como possibilitam uma formação reflexiva e questionadora.
2020-1	Esta pesquisa, de cunho qualitativo, tem como objetivo analisar a contribuição da Modelagem Matemática para uma aprendizagem significativa de conteúdos matemáticos, por meio da inclusão dos saberes cotidianos oriundos do contexto sociocultural dos alunos. Para atingir tal objetivo, foi realizado, primeiramente, um estudo referente aos três pontos centrais deste projeto: a Modelagem Matemática, a Educação do Campo e a Teoria da Aprendizagem Significativa, de modo a embasar as atividades posteriores. Em seguida, foi feito um mapeamento, em plataformas digitais, em busca de publicações que contemplassem os temas tratados no referencial teórico. Após essas etapas, foram elaboradas e aplicadas três atividades de caráter investigativo. São elas: a) questionário para investigação dos subsunçores; b) chuva de ideias sobre a “Matemática do Campo” e c) observação do cotidiano escolar. Desse modo, as atividades foram desenvolvidas com um grupo de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola do campo a fim de avaliar os subsunçores e os elementos do contexto do campo que se mostravam mais presentes na comunidade escolar com o intuito de elencar subsídios para a construção de atividades de ensino potencialmente significativas. Após a análise dos resultados das primeiras intervenções, organizou-se uma sequência de atividades baseadas em três grandes temáticas: a) Pecuária; b) Pesca e c) Agricultura. Assim, a partir de contextualizações, como prezam as etapas da Modelagem Matemática, fomos a campo investigar se, por meio das contextualizações e das demais etapas da metodologia, era possível propiciar uma aprendizagem significativa de conteúdos matemáticos. Os resultados obtidos após a aplicação revelaram que atividades que envolvem saberes oriundos de aspectos culturais despertam maior interesse dos sujeitos, o que pode ser observado durante a aplicação, uma vez que, por meio da coletividade e da colaboração dos alunos, foi possível a construção de novos conhecimentos matemáticos e ainda o reforço de conhecimentos já trabalhados em outras oportunidades em sala de aula. Sendo assim, entendemos que a aprendizagem significativa deu-se quando, ao apresentarmos uma situação corriqueira da rotina dos alunos em forma de problema, os sujeitos precisaram aprender a pensar, sem a preocupação de apresentar resultados visíveis, mobilizando assim aspectos afetivos, cognitivos e culturais de forma mútua, o que acarretou em um maior rendimento e ocasionou diálogos durante todo o processo, entendendo-se este como uma construção colaborativa. Pontuamos ainda que, para Ausubel (2003), é importante que atividades que sejam elaboradas com o intuito de proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa devem contemplar o ineditismo, uma vez que, ao se deparar com essa situação, são expostos a participar efetivamente, a discutir, a pensar e a questionar sua

	própria vivência, fatores esses que são intrínsecos ao ser humano.
2020-2	Neste trabalho apresentamos uma pesquisa de natureza qualitativa sobre Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, tendo por objetivo descrever possibilidades da Modelagem Matemática enquanto metodologia de ensino no 1º ciclo dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. Com base nos referenciais referentes à Modelagem Matemática do pesquisador Dionísio Burak, desenvolvemos uma prática com Modelagem Matemática com crianças do 2º ano de uma escola do município de Cruz Machado-Pr, em que crianças de 7 a 8 anos de idade reunidas em pequenos grupos escolheram o tema Slime. A coleta de dados foi realizada a partir do diário de bordo do pesquisador, das gravações de áudio e vídeo das crianças e do diário da professora regente. Os resultados indicam que a prática com Modelagem Matemática desenvolvida, compreende e proporciona ações de mediação do professor e o envolvimento coletivo das crianças, possibilita o uso de tecnologias, viabiliza a relação escola e família, promove os conhecimentos matemáticos com significado para as crianças e o trabalho interdisciplinar com diferentes conteúdos de ensino, aspectos estes contemplados muitas vezes em mais de uma etapa durante o desenvolvimento da prática com Modelagem Matemática.
2020-3	Nesta pesquisa, de caráter qualitativo, temos interesse pela tomada de consciência, em uma perspectiva metacognitiva, de estudantes de quintos e sextos anos do Ensino Fundamental enquanto desenvolvem atividades de Modelagem Matemática. A questão que norteia esta pesquisa é: O que manifestam os estudantes de quintos e sextos anos do Ensino Fundamental em relação à Tomada de Consciência sobre suas ideias e seus encaminhamentos de resolução ao investigar uma situação por meio da Modelagem Matemática? Para responder à questão, definimos, como objetivo geral, identificar, nas manifestações de estudantes de quintos e sextos anos do Ensino Fundamental, indícios da tomada de consciência sobre suas ideias e seus encaminhamentos de resolução, ao investigar uma situação por meio da Modelagem Matemática. O processo de coleta de dados aconteceu entre os dias 22 de outubro de 2018 e 13 de novembro de 2018 com aulas de observação-participante e aulas de desenvolvimento de atividades de Modelagem. Tomamos, para a descrição e análise dos dados, os registros escritos presentes nas atividades desenvolvidas, os áudios das conversas dos estudantes enquanto desenvolviam as atividades e os vídeos feitos das salas de aula, com as movimentações, falas e expressões dos estudantes, de modo a complementar os áudios e registros escritos. Como suporte teórico, tomamos a Modelagem Matemática na Educação Matemática e a tomada de consciência em uma perspectiva metacognitiva. Os dados foram analisados com base na Análise de Conteúdo e os resultados desta análise convergiram para quatro categorias: i) Tomada de consciência manifestada em uma atividade de Modelagem Matemática diante da necessidade de o estudante revisitar e monitorar seus processos cognitivos; ii) Tomada de consciência manifestada em uma atividade de Modelagem Matemática devido à atividade de mediação; iii) Tomada de consciência manifestada em uma atividade de Modelagem Matemática na relação que o estudante estabelece com algo que é concreto para ele; e iv) Especificidades nas tomadas de consciência manifestadas em uma atividade de Modelagem Matemática por estudantes de quintos e sextos anos. O estudo aponta que, em uma atividade de Modelagem Matemática, quando o estudante toma consciência sobre seu modo de aprender, os conhecimentos que ele já possui sobre determinado conteúdo, as relações que faz e sobre como ele age, a superação de dificuldades frente a uma situação-problema é potencializada, assim como seu aprendizado. A partir da pesquisa, definimos a tomada de consciência na perspectiva metacognitiva e, mais especificamente, na perspectiva da “metacognição social”, como um processo consciente de percepção sobre os processos cognitivos que se dá na interdependência entre a atividade de mediação, o conhecimento e o monitoramento cognitivos e a relação que o sujeito estabelece com algo concreto para ele, enquanto desenvolve atividades e lida com situações que envolvem investigação, envolto ao diálogo empreendido no âmbito de um grupo, com a finalidade de realizar uma ação cognitiva.
2020-4	Esta dissertação aborda uma prática pedagógica explorada à luz da Modelagem Matemática, na perspectiva de autores como Bassanezi (2014), Barbosa (2004), Biembengut (2009), entre outros. A questão que norteou esse trabalho de pesquisa teve como finalidade principal identificar a contribuição da Modelagem Matemática aliada à experimentação no ensino da função exponencial. A prática, desenvolvida em dez encontros de duas horas cada, envolvendo alunos do 1º ano do Ensino Médio de uma escola particular do Vale do Taquari, consistiu na exploração de experimentações, tendo a Modelagem Matemática como metodologia para o ensino da matemática. Para tanto, foram realizados dois experimentos: O experimento I (simulação), processo de despoluição de um lago; e o experimento II, mensuração do pH no processo de diluição do HCl. A coleta de dados foi realizada por meio de registros no diário de bordo, filmagens, fotografias e questionários abertos. A pesquisa, de cunho qualitativo, com características de estudo de caso, foi analisada com base nos pressupostos da análise textual discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011). Para tal, foram elencadas duas

	categorias a priori, “Representação de modelos matemáticos” e “Trabalho de grupo” e, como categoria emergente, a “Construção coletiva do modelo matemático”. A partir da análise dos registros dos alunos, pode-se inferir que o trabalho em grupo proporcionou discussões e a expressão de vários pontos de vista, interação e cooperação entre os grupos, bem como, que a representação dos modelos matemáticos por tabelas, gráficos e modelos algébricos foi exitosa. Decorrente dessas categorias, emergiu a construção coletiva do modelo matemático, evidenciado na transposição da prática e da teoria, na interação, na compreensão e nos conhecimentos comungados. Além dessas categorias, emergiram dos alunos, de forma espontânea, alguns “brotamentos”, assim chamados por nascerem de forma natural, fluida, não premeditada. São eles: a) capacidade de estabelecer relações com visão crítica sobre os processos realizados; b) a constatação de que a “ideologia da certeza” tem seu fundamento no cálculo e não no contexto real; c) a reflexão/ação que os levou a interligar conceitos matemáticos e conceitos químicos, promovendo a (re)significação dos saberes e a interdisciplinaridade. Enfim, após analisar os resultados, concluiu que a Modelagem Matemática aliada à experimentação contribuiu significativamente para o ensino da função exponencial e que esses “brotamentos”, competências desenvolvidas durante o processo, constituem um perfil de aluno pesquisador que cresce no “terreno fértil” da Modelagem Matemática.
2020-5	Este trabalho socializa resultados decorrentes de uma prática pedagógica efetivada com um grupo de vinte alunos do 2º ano do ensino médio técnico em Agronegócio no Instituto Federal do Amapá (IFAP) (Campus Porto Grande-AP) à luz da Modelagem Matemática. Assim, o objetivo geral foi averiguar implicações pedagógicas do uso da Modelagem Matemática com o referido grupo de alunos. Essa prática ocorreu em seis momentos (nove encontros), em que os alunos foram estimulados a associar a temática “abacaxi” (fruto de importância econômica e social na área de estudo) e a Modelagem Matemática. Os encontros ocorreram durante o segundo semestre letivo de 2020, exclusivamente em ambiente virtual, utilizando como recurso a plataforma Google Meet e tendo como auxílio o aplicativo de mensagens WhatsApp, em decorrência da pandemia da Covid-19 e o consequente estabelecimento do ensino remoto na instituição. A pesquisa teve caráter qualitativo, sendo que os instrumentos de coleta de dados foram entrevistas, diários de campo do professor e dos alunos, gravações de aulas em vídeo e áudio por meio da Plataforma Google Meet. As informações obtidas por meio desses instrumentos foram confrontadas com as ideias dos autores que deram suporte teórico ao trabalho e ainda com as experiências vivenciadas ao longo da pesquisa, possibilitando a construção de um documento fundamentado em práticas e teorias entrelaçadas de forma indissociável. Ao final da pesquisa, foi possível perceber a mudança de postura dos estudantes, que se tornaram mais críticos, criativos, participativos e motivados. Diante desse contexto, pode-se inferir que as implicações de uma prática pedagógica à luz da Modelagem Matemática instigaram os alunos entrevistados neste trabalho para a pesquisa, para o trabalho cooperativo na discussão e construção do conhecimento, para o contato com novos conteúdos matemáticos e a ressignificação dos já abordados em níveis de ensino anteriores e outras disciplinas específicas de seu curso Técnico em Agronegócio. Portanto, este trabalho proporcionou, “entender, na prática”, que o papel do docente e pesquisador não se restringe a levar o conhecimento matemático para a sala de aula, mas, sim, auxiliar os alunos na construção do conhecimento, orientando-os e tornando o ensino mais proveitoso e a aprendizagem mais instigante e motivadora.

2020-6	Neste estudo, apresentamos uma proposta com projetos de Modelagem e Performance Matemática Digital (PMD) realizada com alunos do nono ano do Ensino Fundamental, em uma escola da rede pública de Porto Alegre (RS). Trazemos uma concepção de Modelagem por projetos, na qual os alunos escolhem o tema e elaboram um problema para investigação, associada à perspectiva de Performance Matemática Digital, em que as ideias matemáticas são comunicadas por meio das artes performáticas, como uma estratégia pedagógica. Como pergunta diretriz, buscamos respostas para a seguinte indagação: Como a atividade dos alunos se constitui quando desenvolvem projetos de Modelagem e Performance Matemática Digital no Ensino Fundamental? Tendo em vista a natureza da nossa pergunta, adotamos uma abordagem qualitativa. Os dados analisados foram os materiais produzidos pelos alunos, suas falas, posturas e interferências, por meio de anotações em caderno de campo, gravações em vídeo e áudio. Como objetivo de ensino, desejávamos que os alunos trouxessem questões de seu interesse para a sala de aula, em um ambiente no qual as mídias participavam, não apenas como coadjuvantes, mas, também, interferindo na evolução da própria atividade dos alunos. A proposta de trabalho foi dividida em três etapas: a primeira etapa envolvia o desenvolvimento de um projeto de Modelagem pelos alunos organizados em grupos; a segunda era destinada a elaboração de um enredo com as principais ideias trabalhadas no projeto; e a terceira etapa envolvia a produção áudio visual da performance dos grupos. Em nossa análise, nos apoiamos na Teoria da Atividade, na qual a mediação é considerada na relação do homem com o mundo. Para tal, observamos como as ações dos alunos foram realizadas e como se constituíram em um sistema de atividade coletivo composto por sujeito, regras, comunidade, organização do trabalho, artefatos e objeto, sendo o objeto o “espaço problema” ou “matéria-prima” para o qual a atividade se dirige (ENGESTRÖN; SANNINO, 2010). Como conclusão deste estudo, por meio da análise dos dados produzidos por um grupo, identificamos a constituição do sistema de atividade e manifestações discursivas de dilema e conflito que indicaram contradições internas acumuladas ao longo dos encontros. Essas contradições influenciaram diretamente no desenvolvimento do projeto de Modelagem e na PMD produzida pelo grupo. Foi possível observar, também, uma contradição latente entre a prática que era adotada nas aulas anteriores à aplicação deste estudo e a estratégia pedagógica envolvendo projetos de Modelagem e Performance Matemática Digital.
2020-7	Com essa pesquisa, buscamos 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. Realizamos uma prática com o uso de Projetos, aplicados a alunos do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, localizada na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. A metodologia utilizada nessa pesquisa está ancorada em Bogdan & Biklen (1994) e Lüdke e André (1986), o que permite descrever, interpretar, explicar e compreender os fatos estudados. Referente à Modelagem Matemática, nos amparamos em Barbosa (2001) para estabelecer o Ambiente de trabalho e a atuação do professor pesquisador de modo cooperativo, e em Burak (2004 e 2010) para estabelecer as etapas das atividades propostas. Os dados foram coletados por meio de gravações de diálogos, escrita dos alunos e anotações em um diário de campo, nos quais acompanhamos dois grupos de alunos, que trabalharam com os temas “passagens aéreas” e “cardápios numa pizzeria”, em busca de uma resposta para a pergunta norteadora: “Quais são os desafios e potencialidades na inserção de projetos com Modelagem Matemática e Análise Combinatória no Ensino Fundamental?”. A partir da análise, observamos que os alunos possuem ideias sobre Análise Combinatória que permitem trabalhar com problemas que vão além do currículo formal, possibilitando construir um cenário para investigação proveniente da matemática contextualizada na realidade dos alunos. Por se tratar de uma Dissertação vinculada a um Mestrado Profissional, elaboramos um Produto Educacional associado à nossa pesquisa, constituído de uma coletânea de questões de Análise Combinatória extraídas de livros didáticos e de olimpíadas de matemática. Após a seleção, classificamos as questões de acordo com o Referencial Teórico utilizado na pesquisa. Em seguida, associado à coletânea, sugerimos: alguns Objetos de Aprendizagens no Geogebra; e algumas histórias em quadrinhos no software Pixton©. Por fim, apresentamos as resoluções das questões.

2021-1	Nesta dissertação, apresentam-se os resultados de uma prática pedagógica, aplicada, durante os meses de julho e agosto, a um grupo voluntário de oito alunos do Ensino Médio da Escola Estadual Tarley Rossi Vilela, localizada na comunidade Cristalino do Norte, no Município de Novo Mundo – MT. Desenvolvida à luz da Modelagem Matemática, a pesquisa teve como objetivo principal analisar as implicações do uso desta metodologia, no processo de estudo de diferentes funções com alunos do Ensino Médio, partindo do tema Pecuária. A pesquisa, de cunho qualitativo com análise descritiva, utilizou-se dos seguintes instrumentos de coleta de dados: gravação dos encontros em áudio e vídeo, caderno de campo da professora/pesquisadora, fórum interativo pelo Google sala de aula e entrevista. No decorrer da prática pedagógica, evidenciaram-se a motivação e a dedicação dos alunos em estudarem conceitos matemáticos a partir do contexto em que se encontram inseridos. Destaca-se também a capacidade de pesquisa, tanto no processo de coleta de dados como na matematização, dos alunos envolvidos. Durante o desenvolvimento da prática, construíram-se conceitos iniciais de função afim e função quadrática, bem como foram utilizados conceitos de porcentagem, regra de três, perímetro e área. Por fim, salienta-se que o tema Pecuária proporcionou discussões econômicas, sociais e culturais acerca dos diferentes tipos dessa atividade desenvolvida na comunidade, tornando os estudantes mais críticos e atentos ao contexto em que vivem.
--------	---

Fonte: Dados da pesquisa

Dando continuidade a etapa de Exploração do material, a partir dos resumos, foram retirados fragmentos que indicassem ou que apontassem para a concepção de modelagem empregada na atividade. O conjunto desses excertos de texto constituem as Unidades de Contexto.

Ao fazer a leitura, em alguns resumos encontraram-se trechos que apontavam diretamente para qual concepção de modelagem foi utilizada na atividade, outras que a indicavam indiretamente através de termos e expressões de uso específico de um autor, e algumas que apenas assinalam para uma modelagem com foco mais na formação matemática (perspectivas como Bassanezi, Biembengut e Almeida) ou na formação crítica (perspectivas de Burak e Barbosa).

Em relação àquelas que apontam diretamente para qual concepção foi utilizada na atividade, como, a dissertação 2021-1 que apresenta em seu resumo o trecho “amparamos em Barbosa [...] e em Burak”, assim foram encontrados nove trabalhos que mencionavam qual o referencial teórico utilizado. Entretanto têm-se os casos das pesquisas 2019-8 e 2020-4 que apresentam vários nomes como sendo base para suas pesquisas em seu resumo, nesses casos ao se fazer a leitura do texto na íntegra foi possível identificar qual a concepção principal, em especial por utilizarem etapas propostas por um autor específico.

Quanto ao restante dos trabalhos, em três resumos foi possível identificar a presença da expressão “ambiente de Modelagem Matemática” que é utilizado especificamente por Barbosa (2001), o que pode indicar o uso de sua concepção. Assim como o emprego do termo “metacognitivo” no trabalho 2020-3, o que poderia indicar um embasamento em Almeida, Silva e Vertuan (2012), por apresentarem estudos cognitivos. É possível também identificar a inclinação de alguns trabalhos para perspectivas mais voltadas à formação matemática, com o

uso de expressões “ensino de conceitos matemáticos” e “matematização”. Assim como tendência para a formação crítica do aluno, como presente em 2021-1, “proporcionou discussões econômicas, sociais e culturais”.

Nesses casos, devido à falta de informações precisas quanto a concepção de modelagem utilizada, foi necessário realizar novamente um movimento de idas e vindas entre as Unidades de Contexto e o texto na íntegra, de modo a relacionar as informações de ambos, visando identificar qual concepção de modelagem de fato havia sido utilizada. A partir dessa dinâmica foram encontradas referências às concepções utilizadas para o desenvolvimento das atividades de modelagem.

A exceção se encontra nas pesquisas 2017-1, 2018-4, 2019-2 e 2019-6, que não apresentavam de forma direta menção ao uso de uma concepção específica mesmo ao longo do texto na íntegra. Entretanto era possível reconhecer nos trabalhos 2018-4, 2019-2 e 2019-6, a partir da descrição do trabalho desenvolvido, inclinações para as concepções de Bassanezi (2014), Biembengut (2009) e Almeida, Silva e Vertuan (2012) por apresentarem um foco maior no desenvolvimento de modelos matemáticos. Já o trabalho 2017-1 trata da aplicação do método simplex com objetivo de resolver problemas matemáticos, nesse sentido a atividade desenvolvida corresponde melhor a Modelagem Matemática na concepção da Matemática Aplicada.

Dessa maneira, considerando essas ponderações pode-se observar no Quadro 2 as Unidades de Contexto e os resultados desse processo de classificação que constituem as Unidades de Registro.

Quadro 2 - Unidades de Contexto e Registro

Código	Unidades de Contexto (excertos dos resumos)	Unidades Registro
2017-1	Essa dissertação, num primeiro momento, aborda a teoria básica de Otimização Linear e o método simplex e, posteriormente, sua aplicação na modelagem e resolução de problemas matemáticos voltados ao Ensino Médio.	Matemática Aplicada
2018-1	Nesta pesquisa investiguei as discussões matemáticas que ocorreram entre alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em um ambiente de Modelagem Matemática	Barbosa
2018-2	O foco desta pesquisa foi compreender como se constitui a Divisão do Trabalho entre os estudantes, organizados em grupo, no desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática proposta segundo as orientações teóricas da Educação Matemática Crítica. [...] Para o desenvolvimento da investigação, implementei, juntamente com a professora da turma, um ambiente de aprendizagem de Modelagem, buscando seguir as orientações teóricas da Educação Matemática Crítica.	Barbosa
2018-3	O resumo não contém informações para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Barbosa
2018-4	O resumo não contém informações para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Bassanezi, Biembengut e

		Almeida
2018-5	O resumo não contém informações para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Biembengut e Hein
2018-6	Os principais interlocutores utilizados para fundamentação desta pesquisa foram os professores: Ubiratan D' Ambrósio, Maria Salett Biembengut, Rodney Bassanezi, Jonei Cerqueira Barbosa e Dionísio Burak. Apenas o resumo não foi suficiente para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Burak
2018-7	Os procedimentos metodológicos foram conduzidos pela Modelagem Matemática, na perspectiva da Educação Matemática e de acordo com a concepção de Burak (1992, 1994, 2004, 2006, 2010a, 2010b).	Burak
2019-1	O objetivo foi realizar uma alternativa pedagógica de ensino usando a Modelagem Matemática para abordar o conceito de função em uma perspectiva dinâmica e variacional e desenvolver nos alunos a capacidade de matematização de uma situação-problema usando funções. [...] Nesse estudo pretendemos em um primeiro momento, investigar o papel da Modelagem Matemática na resolução de problemas que envolvam funções elementares. Apenas o resumo não foi suficiente para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Bassanezi
2019-2	Destacadamente, o uso de modelagem se apresenta como uma alternativa ao ensino de conceitos matemáticos. Apenas o resumo não foi suficiente para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Bassanezi, Biembengut e Almeida
2019-3	O objeto da nossa pesquisa é o uso como ferramenta pedagógica do entrelaçamento da Etnomatemática com a Modelagem Matemática. [...] A nossa hipótese é a de que, um ensino de Matemática, de uma forma significativa, na EJA, que respeite e valorize aspectos socioculturais, em conexão com a Modelagem, pode contribuir para uma formação integral do aluno e diminuir a aversão pela matemática. Apenas o resumo não foi suficiente para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Biembengut e Hein
2019-4	Este trabalho aborda a Modelagem Matemática desenvolvida em uma turma de Educação Infantil na perspectiva da Educação Matemática conforme Burak (1992).	Burak
2019-5	Nesse sentido, a partir do uso de descrições de práticas curriculares de Modelagem, realizadas por professores e pesquisadores no Ensino Fundamental, num contexto da Educação Matemática e com o uso da concepção defendida por Burak (1992; 2010; 2012) buscamos analisar as dimensões envolvidas no processo de ensino e aprendizagem mediado por essas práticas. [...] Nesse sentido, as práticas curriculares com Modelagem Matemática, na concepção de Burak (1992; 2010; 2012) permitem constatar a realização de um ensino interdisciplinar, que contempla e revisa os conteúdos prescritos em documentos oficiais, permite aprendizagens significativas e relevantes e concebe o favorecimento de dimensões que atuam no processo de formação crítica e emancipatória dos estudantes.	Burak
2019-6	Assim, neste trabalho, é implementada uma discussão acerca de como a modelagem matemática pode ser trabalhada em consonância com o estudo das equações de diferença, com o objetivo de aproximar a matemática formal da matemática cotidiana e, com isso, aproximar o aluno da sua realidade. Apenas o resumo não foi suficiente para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Bassanezi, Biembengut e Almeida

2019-7	Apresenta-se neste trabalho uma pesquisa com enfoque didático-pedagógico em modelagem matemática, fazendo uso das cinco etapas da modelagem sugeridas por Burak e Aragão (2012)	Burak e Aragão
2019-8	Para respondê-la e alcançar os objetivos, a metodologia foi baseada em estudo sistemático de referenciais teóricos tais como: Bassanezi (2011), Biembengut e Hein (2016), Valente (1998), Borba, Silva e Gadanidis (2016), Mazzoti (1998) e outros.	Biembengut e Hein
	Apenas o resumo não foi suficiente para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	
2019-9	Alicerçados nas ideias de Freire sobre a Educação como processo de conscientização, apresentamos nessa dissertação uma pesquisa em Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica, de acordo com Skovsmose e Barbosa. [...] O objetivo principal dessa pesquisa é identificar e analisar as contribuições dos ambientes de aprendizagem oferecidos pela Modelagem Matemática para o desenvolvimento da criticidade, da compreensão da sociedade em que estão inseridos e da potencialização da tomada de decisões dos estudantes que participaram do estudo.	Barbosa
2019-10	O aporte teórico se baseia na Educação Estatística Crítica de Campos (2007), que visa desenvolver as habilidades de letramento, raciocínio e pensamento estatístico juntamente com os objetivos da Educação Matemática Crítica a fim de proporcionar uma pedagogia democrática e reflexiva. Ainda, para o autor, ambientes de Modelagem Matemática contribuem no desenvolvimento da Educação Estatística Crítica ao permitir um ambiente de problematização e investigação.	Barbosa
2020-1	O resumo não contém informações para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Kaiser, Schwarz e Tiedermann
2020-2	Neste trabalho apresentamos uma pesquisa de natureza qualitativa sobre Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática [...] Com base nos referenciais referentes à Modelagem Matemática do pesquisador Dionísio Burak	Burak
2020-3	Nesta pesquisa, de caráter qualitativo, temos interesse pela tomada de consciência, em uma perspectiva metacognitiva, de estudantes de quintos e sextos anos do Ensino Fundamental enquanto desenvolvem atividades de Modelagem Matemática	Almeida, Silva e Vertuan
	O resumo não contém informações para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	
2020-4	Esta dissertação aborda uma prática pedagógica explorada à luz da Modelagem Matemática, na perspectiva de autores como Bassanezi (2014), Barbosa (2004), Biembengut (2009), entre outros.	Biembengut e Hein
	Apenas o resumo não foi suficiente para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	
2020-5	O resumo não contém informações para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Burak
2020-6	Neste estudo, apresentamos uma proposta com projetos de Modelagem e Performance Matemática Digital (PMD) [...] Trazemos uma concepção de Modelagem por projetos, na qual os alunos escolhem o tema e elaboram um problema para investigação, associada à perspectiva de Performance Matemática Digital, em que as ideias matemáticas são comunicadas por meio das artes performáticas, como uma estratégia pedagógica.	Malheiros
	Apenas o resumo não foi suficiente para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	
2020-7	Com essa pesquisa, buscamos 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. [...] Referente à Modelagem Matemática, nos amparamos em Barbosa (2001) para estabelecer o	Barbosa e Burak

	Ambiente de trabalho e a atuação do professor pesquisador de modo cooperativo, e em Burak (2004 e 2010) para estabelecer as etapas das atividades propostas.	
2021-1	Por fim, salienta-se que o tema Pecuária proporcionou discussões econômicas, sociais e culturais acerca dos diferentes tipos dessa atividade desenvolvida na comunidade, tornando os estudantes mais críticos e atentos ao contexto em que vivem. O resumo não contém informações para determinar a concepção, logo, foi consultado o texto na íntegra.	Burak

Fonte: Dados da pesquisa

Outro ponto que é importante ser ressaltado é a presença de concepções diferentes daquelas apresentadas na fundamentação teórica deste trabalho para aplicação da modelagem em sala, como a concepção de Malheiros (2008) no trabalho 2020-6 e a concepção de Kaiser, Schwarz e Tiedermann (2010) em 2020-1. Na concepção de Kaiser, Schwarz e Tiedermann (2010) a modelagem é visualizada seguindo as mesmas etapas da Matemática Aplicada se aproximando bastante das ideias de Bassanezi (2014). Assim, eles apresentam a modelagem a partir dos seguintes sete passos: situação do mundo real, modelo do mundo real, matematização, modelo matemático, considerações, resultados e validação (KAISER; SCHWARZ; TIEDERMANN, 2010).

Já Malheiros (2008) trabalha com projetos de modelagem, isto é, uma intersecção entre a Pedagogia de Projetos e Modelagem Matemática, que como apresenta a autora possuem muitos pontos de convergência. Para isso ele concebe MM como, “uma estratégia pedagógica na qual alunos partindo de um tema ou problema de interesse deles, utilizam a Matemática para investigá-lo ou resolvê-lo, tendo o professor como orientador durante todo o processo.” (MALHEIROS, 2008, p. 65). Desse modo, a concepção de Malheiros (2008) é voltada para o protagonismo do aluno, é este quem deve escolher o tema e ser o autor de todo o processo. Outro ponto que o autor destaca é que ao se trabalhar com projetos de modelagem não há um grande enfoque na obtenção de bons modelos, pois o mais importante é que o discente compreenda as relações entre a matemática e o cotidiano. Nesse sentido, a concepção de Malheiros (2008) se aproxima muito daquela defendida por Burak (2010), por ter como foco o interesse e autonomia do aluno ao longo do processo de modelagem.

Tomando por base o Quadro 2, fez-se uma contagem do número de trabalhos presentes em cada unidade de registro, conforme se apresenta na Tabela 3, onde se observa uma grande presença do uso das concepções de Burak (7 trabalhos), seguido por Barbosa.

Tabela 3 - Número de trabalhos por Unidade de Registro

Concepção	Quantidade de trabalhos
-----------	-------------------------

Matemática Aplicada	1
Almeida, Silva e Vertuan	1
Bassanezi, Biembengut e Almeida	3
Barbosa	5
Barbosa e Burak	1
Bassanezi	1
Biembengut e Hein	4
Burak	7
Burak e Aragão	1
Kaiser, Schwarz e Tiedermann	1
Malheiros	1
Total	26

Fonte: Dados da pesquisa

Assim, levando em conta esses aspectos é possível separar as atividades de modelagem em dois tipos, aquelas voltadas à Matemática Aplicada e as que surgem na Educação Matemática, assim, como apontam Bassanezi (2014) e Biembengut e Hein (2009) ao usar o termo Modelação Matemática para diferenciar essas duas concepções.

A diferença entre elas se dá em seus objetivos, pois enquanto uma visa resolver problemas advindos de outras áreas através da construção de modelos que melhor atendam a essa demanda, esse é o sentido atribuído pela Matemática Aplicada e que é amplamente usado para resolver problemas de economia, física, meteorologia entre outros campos. A outra contempla a modelagem como metodologia de ensino, tendo como objetivo maior a promoção da aprendizagem, de modo que a resolução é importante, mas permanece em segundo plano, essa é a visão atribuída pela Educação Matemática.

Neste trabalho o foco seria analisar as pesquisas em Educação Matemática, entretanto ainda foi identificado o caso da pesquisa 2017-1, revelando que ainda é possível encontrar aplicações da modelagem em sala de aula onde o aluno não é o autor do processo de investigação e resolução do problema, mas apenas aplicador de um método pré-estabelecido. Desse modo, como mostra a Tabela 4, das 26 pesquisas, uma pode ser considerada como estando no campo da Matemática Aplicada enquanto as 25 restantes se baseiam em concepções de Educação Matemática.

Tabela 4 – Número de Concepções de Modelagem Matemática

Concepções de Modelagem Matemática	Quantidade de trabalhos
---	--------------------------------

Matemática Aplicada	1
Educação Matemática	25
Total	26

Fonte: Dados da pesquisa

Contudo ao analisar as concepções de Modelagem Matemática, em Educação Matemática, é possível diferenciá-las entre aquelas que dão um enfoque maior ao processo matemático, isto é, que mais se aproximam das ideias da Matemática Aplicada, e aquelas com vista na formação crítico-social do aluno. De forma que se tem, no primeiro caso, autores como Bassanezi (2014), Biembengut e Hein (2009), Almeida, Silva e Vertuan (2012) e Kaiser, Schwarz e Tiedermann (2010), e no segundo caso Burak (2010), Barbosa (2001) e Malheiros (2008). Essa divisão das pesquisas pode ser observada na Tabela 5 abaixo, onde se verifica um maior número de pesquisas voltadas à formação crítica e social do aluno.

Tabela 5 - Quantidade de trabalhos por concepção

Concepção de Modelagem		Quantidade de trabalhos
Matemática Aplicada		1
Educação Matemática	Formação matemática	10
	Formação crítico-social	15
Total		26

Fonte: Dados da pesquisa

Essa diferenciação entre as pesquisas de Modelagem Matemática em Educação Matemática é um pouco mais delicada isso porque a finalidade de ambas é o aprendizado do aluno, mas se distanciam por apresentar perspectivas diferentes quanto ao tipo de formação dada ao discente. Assim sendo dividimos em “Formação matemática” e “Formação crítico-social”, como pode ser visto na Tabela 5.

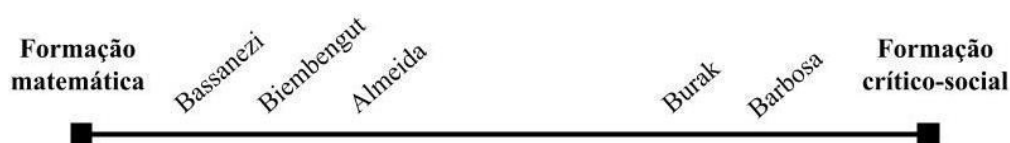
Classificamos por “Formação matemática” aquelas concepções onde o objetivo da atividade é que o aluno compreenda um conteúdo ou uma sequência de conteúdos matemáticos, através da modelagem. Essas perspectivas são, em geral, aquelas onde o conteúdo de matemática, que será desenvolvido, muitas vezes já foi definido pelo professor anteriormente. Também são concepções onde a construção de um modelo é parte fundamental do processo e onde os métodos matemáticos ganham um grande enfoque. Nesse sentido, observa-se que as perspectivas de Bassanezi, Biembengut e Almeida apresentam essas características e podem ser colocadas nessa classificação.

Por “Formação crítico-social” entendemos como aquelas perspectivas onde objetiva-se uma aprendizagem crítica, ou seja, que leve o aluno a refletir sobre a realidade onde ele está inserido. Assim, as pesquisas que se encontram nesse agrupamento tem um grande foco na formação do indivíduo como cidadão. São, portanto perspectivas embasadas em visões antropológicas e sociais, como Barbosa, que ampara suas pesquisas na Educação Matemática Crítica; e Burak que toma por base o construtivismo e as teorias de aprendizagem significativa e sociointeracionista (KLÜBER; BURAK, 2008).

Entretanto é de extrema importância salientar que essa distinção não se resume em dois polos opostos, ou seja, que se excluem. Isso, não significa que as perspectivas que têm foco na formação crítica não valorizem a formação matemática ou que não busquem a aprendizagem matemática, e vice-versa. Vice-versa, essas pesquisas podem se aproximar mais, ou menos, de um lado ou de outro. Se usarmos um segmento de reta para representar os enfoques formação, com um tipo específico em cada extremo, seria possível, de forma geral, identificar mais claramente as perspectivas, conforme aponta a

Figura 1. Onde quanto mais à esquerda as concepções se aproximam das ideias da Matemática Aplicada, e quanto mais à direita elas se relacionam com as tendências pedagógicas de formação crítico-social.

Figura 1 - Distribuição das concepções quanto ao tipo de formação



Fonte: Elaborado pela autora

Isso ocorre porque a preocupação com a formação crítica e social do aluno decorre das ideias que vem sendo desenvolvidas desde o fim da década de 90 pelas tendências progressistas e que crescem cada vez mais dentro da educação. Tendências essas que apontam para a necessidade dos conteúdos escolares motivarem o aluno a desenvolver um senso crítico sobre a realidade na qual ele está inserido e que buscam por meio desses conteúdos fazer com que o discente seja capaz de agir sobre seu contexto social. Visão essa que é apresentada na própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC) ao assumir como um de seus fundamentos pedagógicos o compromisso com a educação integral.

No novo cenário mundial, reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável requer muito mais do que o acúmulo de informações. Requer o desenvolvimento de competências para aprender a aprender, saber lidar com a informação cada vez mais disponível, atuar com discernimento e responsabilidade nos contextos das culturas digitais, aplicar conhecimentos para resolver problemas, ter autonomia para tomar decisões, ser proativo para identificar os dados de uma situação e buscar soluções, conviver e aprender com as diferenças e as diversidades. (BRASIL, 2017, p. 14)

Assim, ao observar os dados da Tabela 5 é possível perceber que muitas pesquisas são desenvolvidas a partir de concepções nessa perspectiva de formação crítica e social, mostrando que as atividades de Modelagem Matemática têm sido, em grande parte, condizentes com esses novos olhares que se tem sobre a educação na contemporaneidade, onde a aula de matemática deixa de ser apenas um local de aprendizagem de matemática, mas passa a ser também local de formação humana e social.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o desenvolvimento desse trabalho, foi utilizado do Banco de Teses e Dissertações (BDTD) de onde foram recolhidos os trabalhos analisados ao longo da pesquisa. A escolha desses se deu por meio de um processo de seleção onde restaram apenas aqueles escritos em língua portuguesa e que apresentavam ao longo de seu texto aplicação de uma ou mais atividades de Modelagem Matemática em turmas de ensino básico. Esse processo resultou na seleção de 32 trabalhos que foram fichados e analisados.

Inicialmente foram apresentados no capítulo 4, os resultados gerais do cenário na qual se encontram as pesquisas utilizadas, perceptíveis através do processo de fichamento. Percebe-se, quanto ao ano de publicação dos trabalhos, uma queda na produção a partir de 2019, o que levanta o questionamento: “isso poderia ter como causa a pandemia da Covid-19?”. O que abre um ponto de discussão, podendo resultar em pesquisas futuras, quanto ao impacto da pandemia na produção científica e na realização de atividades de Modelagem Matemática.

Também foi possível observar através do estado de origem do programa de pós-graduação a concentração das pesquisas na região sul e sudeste do Brasil, o que chama a atenção por apontar a carência de trabalhos nas demais regiões, revelando a necessidade de desenvolvimento de pesquisas de Modelagem Matemática em escolas de outras localidades, e que também pode representar um desconhecimento desta metodologia, sinalizando a precisão de difundi-la nos cursos de formação para professores.

Ainda no capítulo 4, é relatado o processo de análise dos dados, onde, por meio da leitura dos resumos e do texto na íntegra, foram perceptíveis alguns equívocos quanto à definição de uma atividade de modelagem, pois alguns trabalhos que afirmavam ser de Modelagem Matemática não apresentavam as características dessa metodologia. Sendo, portanto, esclarecido que uma atividade desse tipo deve conter um problema situado na realidade, ou seja, que parte do mundo real, onde os alunos por meio de uma ação investigativa devem com auxílio da matemática procurar uma solução. Desse modo, por mais que as características gerais de uma atividade de modelagem sejam claras, ao se observar os escritos dos teóricos, a proximidade dessa metodologia com a Resolução de Problemas, com a Investigação Matemática e com o uso de Jogos pode gerar conflitos teóricos como foi observado em alguns dos casos. Essa problemática encontrada abre espaço para investigação das relações (proximidades e diferenças) entre essas diversas tendências de ensino, que não

foram aprofundadas ao longo deste trabalho, mas que são deixadas como proposta para pesquisas futuras.

Assim, a análise de conteúdo que se seguiu não contou com a presença dos trabalhos que conflitavam com a definição de modelagem, sendo realizada a partir das 26 teses e dissertações restantes. Nesse sentido, fez-se o movimento de idas e vindas entre o texto na íntegra e os resumos obtidos através do fichamento, visando identificar qual a concepção de modelagem utilizada em cada um dos trabalhos. Logo, foram identificadas as Unidades de Contexto das quais partem as Unidades de Registro, que neste trabalho é constituído pelas concepções das pesquisas. E que podem ser divididas em duas categorias: Matemática Aplicada e Educação Matemática, onde, dentro da segunda, as pesquisas ainda poderiam ser separadas entre aquelas que possuem foco na formação matemática e aquelas que têm maior foco na formação sócio-crítica.

Nesse sentido, observamos uma presença maior dos trabalhos segundo perspectivas de formação social do aluno, o que vai ao encontro das novas tendências pedagógicas e revelam a capacidade da Modelagem Matemática em promover não apenas o ensino e aprendizagem de matemática como também em colaborar na constituição de cidadãos críticos e ativos em seu meio social.

Portanto, o processo de desenvolvimento deste trabalho me proporcionou tanto compreender o que é modelagem, como ela pode ser aplicada na educação através dos estudos e análise das pesquisas. Acredito que os resultados obtidos são relevantes e colaboram para a comunidade acadêmica ao apontar tópicos que necessitam de maior aprofundamento e estudo e por revelar um pouco do cenário no qual se encontra a Modelagem Matemática. Além disso, o processo de escrita me proporcionou grandes aprendizados que, com certeza, terá grande impacto na minha formação profissional como pesquisadora e educadora, ao abrir meus olhos para o mundo acadêmico e para ver um novo jeito de ensinar e de ser professora.

REFERÊNCIAS

ABBEG, A. V. **Modelagem matemática com crianças de 5 e 6 anos no município de Pinhais-PR**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 138. 2019.

ARAGÃO, Maria de Fátima Andrade. **A história da modelagem matemática: uma perspectiva de didática no ensino básico**. In: Encontro Paraibano de Educação Matemática, 9., 2016, Campina Grande. Anais eletrônicos... Campina Grande: Realize, 2016. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/26383>>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

ALMEIDA, L.; BRITO, D. **Atividades de modelagem matemática: que sentido os alunos podem lhe atribuir**. Contexto & Educação, v. 11, n. 3, p. 483-498, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000300011>>. Acesso em: 22 de ago. de 2022.

_____; SILVA, K.; VERTUAN, R. **Modelagem matemática na educação básica**, 1 ed. São Paulo: Contexto, 2012.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem matemática e os professores: a questão da formação**. Bolema, Rio Claro, v. 14, n. 15, p. 5-23, 2001a. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10622>>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

_____. **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.

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

_____. **O que pensam os professores sobre modelagem matemática?** Zetetiké, Campinas, SP, v. 7, n. 1, p.67-86, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646835>>. Acesso em: 23 ago. 2022.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Neto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**, 4 ed. São Paulo: Contexto, 2014.

BATISTA, M. **Princípio fundamental da contagem e modelagem matemática nos anos finais do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 85. 2020.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**, 5 ed. São Paulo: Contexto, 2009.

BORBA, Marcelo. **A pesquisa qualitativa em educação matemática**. In: Reunião anual da Anped, 27., 2004, Caxambu. Anais..., 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.

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

_____. **Critérios norteadores para a adoção da modelagem matemática no ensino secundário e fundamental**. Zetetiké, Campinas, v. 2, n. 1, p. 47-60, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8646925>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

_____. **Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula**. Modelagem na Educação Matemática, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010. Disponível em: <<https://proxy.furb.br/ojs/index.php/modelagem/article/view/2012>>. Acesso em: 22 ago. 2022.

_____. Uma perspectiva de modelagem matemática para o ensino e a aprendizagem da matemática. In: BRANDT, C.; BURAK, D.; KLÜBER, T. (orgs.). **Modelagem matemática: perspectivas, experiências, reflexões e teorizações**. 2 ed. Ponta Grossa: Editora UEGP, 2016.

_____; KLÜBER, T. **Considerações sobre a modelagem matemática em uma perspectiva de educação matemática**. Margens, v. 7, n. 8, p. 33-50, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistamargens/article/view/2745>>. Acesso em: 22 de ago. 2022.

CAMPOS, I. **Divisão do trabalho no ambiente de aprendizagem de modelagem matemática segundo a educação matemática crítica**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 253. 2018.

CUNHA, P. R. **Modelagem matemática: uma proposta pedagógica para o ensino médio técnico**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, p.183. 2020.

EMER, S. **Modelagem matemática aliada à experimentação no ensino de funções exponenciais**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, p. 103. 2020.

FIORENTINI, Dario. **Ramos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação**. 1994. (113)f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

FLORES, L. **Educação do campo e modelagem matemática: construção de estufa para a produção de orgânicos na zona rural de São Sebastião do Caí**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 105. 2019.

FOSS, A. M.; WISHNOSKI, P.; BASSOI, T. S. **Entre o anunciado e o realizado: as “confusões” presentes nas produções do XI e XII Encontro Nacional de Educação Matemática no tocante às tarefas de investigação matemática.** Revista de Educação Matemática, São Paulo, SP, v. 17, p. 1-17, 18 jan. 2020.

JACOSKI, J. **Modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental:** possibilidades para o ensino de matemática. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 100. 2020.

KACZMAREK, D. **Práticas curriculares com modelagem numa perspectiva da educação matemática:** um olhar para suas dimensões. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, p. 190. 2019.

KAISER, G.; SCHWARZ, B., TIEDEMANN, S. **Future Teachers' Professional Knowledge on Modeling.** In: LESH, R. et al. (Org.). Modeling Students' Mathematical Modeling Competences. New York: U.S.A., Springer, 2010.

KLÜBER, T.; BURAK, D. **Concepções de modelagem matemática:** contribuições teóricas. Educação Matemática Pesquisa, v. 10, n. 1 (2008). Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/1642>>. Acesso em: 22 de out. 2022.

LAPPE, D. **Transformações nas concepções de alunos do ensino médio técnico sobre matemática e agricultura.** Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal da Fronteira Sul. Chapecó, p. 95. 2018.

LIMA, A. A. **Atividades de modelagem matemática com equações de diferenças.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, p. 119. 2019b.

LIMA, G. **A matemática aplicada na confecção de roupas: perspectivas e possibilidades do uso na educação de jovens e adultos.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, p. 188. 2019a.

LOPES, A. L. **Otimização linear:** conceitos e aplicações nas aulas de matemática para o ensino médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Bauru, p. 86. 2017.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MALHEIROS, A. P. **Educação Matemática online:** a elaboração de projetos de modelagem. 2008, 178f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2008.

MONTENEGRO, C. **Projetos de modelagem e performance matemática digital no ensino fundamental:** alunos em um sistema de atividade. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 129. 2020.

MORAES, A. M. **Modelagem matemática: um estudo quali-quantitativo com alunos do 2º ano do ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Matemática) - Unidade Acadêmica Especial de Matemática e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás. Catalão, p. 103. 2019.

MORAIS, R. **Aprendizagem com a metodologia da modelagem matemática: com a voz os estudantes.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 96. 2018.

OLIVEIRA, P. **Uma proposta de ensino de estatística utilizando a modelagem matemática no ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Gestão de Ensino da Educação Básica) - Universidade Federal do Maranhão. São Luís, p. 76. 2019.

PONTE, J. P.; OLIVEIRA, H. M.; CUNHA, M. H.; SEGURADO, M. I. **Histórias de investigações matemáticas.** Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1998.

PONTES, H. M. **Modelagem matemática sob a ótica da teoria dos registros de representação semiótica e da educação dialógica.** Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, p. 279. 2018.

RAMUNNO, R. **O uso da modelagem matemática no ensino de funções: uma abordagem dinâmica e variacional.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) - Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 212. 2019.

ROMANOWSKI, J.; ENS, R. **As pesquisas denominadas do tipo "estado da arte" em educação.** Revista Diálogo Educacional, vol. 6, n. 19, 2006. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189116275004>>. Acesso em: 04 de set. de 2022.

SCHRENK, M. J. **Tomada de consciência em atividades de modelagem matemática no ensino fundamental.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Cascavel, p. 222. 2020.

SILVA, A. **Modelagem matemática e tecnologias digitais para o ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Ciências da Educação, Universidade Federal do Oeste do Pará. Santarém, p. 119. 2019.

SILVA, L. I. **Discussões matemáticas de jovens e adultos em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática.** Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 115. 2018.

SIQUIERE, D. C. **Modelagem matemática a partir do tema pecuária: uma proposta para o estudo de funções no ensino médio.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari. Lajeado, p. 140. 2021.

SKOVSMOSE, O. **Cenários para investigação.** Bolema - Boletim de Educação Matemática, Rio Claro (SP), v. 13, n. 14 (2000), p. 66-91, 2015. Disponível em: <<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10635>>. Acesso em: 26 de out. de 2022.

SOARES, Maria Rosana. **Um estado da arte das pesquisas acadêmicas sobre modelagem em educação matemática (de 1979 a 2015) nas áreas de educação e de ensino da Capes:**

as dimensões fundamentadas e as direções históricas. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

SOUZA JÚNIOR, A. W. **Uso do software Geogebra e modelagem matemática no ensino de funções**. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal de Goiás. Jataí, p. 147. 2018.

TORRE, J. P. **Teoria dos grafos no ensino médio**: aplicações em problemas de trânsito. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, p. 131. 2018.

TRAINOTTI, A. **A educação estatística e a modelagem matemática na formação crítica dos estudantes do ensino médio de escolas do município de Rio do Sul - SC**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 96. 2019.

VARGAS, A. **Do campo à matemática**: os princípios da modelagem matemática para uma aprendizagem significativa. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Franciscana. Santa Maria, p. 135. 2020.