



RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 08/07/2028.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

ÁREA DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA
MATEMÁTICA E SEUS FUNDAMENTOS FILOSÓFICO-CIENTÍFICOS

**MODELAGEM MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS DIGITAIS
NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM
MATEMÁTICA EM MOÇAMBIQUE**

FRANCISCO SEBASTIÃO SUMBANE

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS

RIO CLARO – SP
2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

Francisco Sebastião Sumbane

**MODELAGEM MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS DIGITAIS
NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM
MATEMÁTICA EM MOÇAMBIQUE**

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Educação Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Sueli Liberatti Javaroni

RIO CLARO – SP
2026

S955m	Sumbane, Francisco Sebastião Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais na formação de professores que ensinam Matemática em Moçambique / Francisco Sebastião Sumbane. -- Rio Claro, 2026 150 p. : il., tabs., fotos Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro Orientadora: Sueli Liberatti Javaroni 1. Projetos de Modelagem. 2. Tecnologias Digitais. 3. Narrativas de professores. I. Título.
-------	--

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

A pesquisa contribui para a ODS 4 – Educação de Qualidade, pois apresenta uma investigação relevante para a Educação Matemática, especialmente por deslocar o debate sobre Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais para o contexto educacional dos professores que ensinam matemática em uma escola pública marcada por desafios de infraestrutura, formação continuada, acesso às tecnologias e condições concretas de trabalho docente. Ademais, a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais potencializam as aprendizagens dos intervenientes do processo de ensino e aprendizagem, tornam as aulas significativas e promovem o desenvolvimento do pensamento crítico e potencializam a interdisciplinaridade.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

This research contributes to SDG 4 – Quality Education, as it presents a relevant investigation in the field of Mathematics Education, particularly by shifting the discussion on Mathematical Modeling and Digital Technologies to the educational context of teachers who teach mathematics in a public school characterized by challenges related to infrastructure, continuing professional development, access to technologies, and the concrete conditions of teachers' work. Furthermore, Mathematical Modeling and Digital Technologies enhance the learning processes of the participants involved in teaching and learning, make classroom activities more meaningful, foster the development of critical thinking, and strengthen interdisciplinary approaches.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

FRANCISCO SEBASTIÃO SUMBANE

**MODELAGEM MATEMÁTICA E TECNOLOGIAS DIGITAIS
NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM
MATEMÁTICA EM MOÇAMBIQUE**

Tese apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas e ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, do Campus de Rio Claro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Educação Matemática.

Comissão Examinadora

Profª. Dra. Sueli Liberatti Javaroni – orientadora
FC/UNESP/Bauru-SP

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba
IGCE/UNESP/ Rio Claro- SP

Profª. Dra. Débora da Silva Soares
IME/UFRGS/Porto Alegre- RS

Profª. Dra. Geciara da Silva Carvalho
UEFS/Feira Santana-BA

Profª. Dra. Josefina Diosdada Barrera Kalhil
ENS/UEA/Manaus-MA

Conceito: Aprovado

Rio Claro (SP), 08 de julho de 2026

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por tudo o que Ele me proporcionou até aqui. Ao longo desta caminhada, pude compreender quão poderoso e confortante é confiar n'Ele e depositar n'Ele a minha esperança. Nos momentos de desafios, incertezas e dificuldades, foi na fé que encontrei forças para continuar e chegar até esta etapa tão importante da minha vida.

Expresso minha profunda gratidão à minha orientadora, Profa. Dra. Sueli Javaroni, por ter me acolhido no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e por ter acreditado em meu potencial. Agradeço por sua orientação, paciência, compreensão, acolhimento, zelo e pelas contribuições fundamentais para o desenvolvimento desta pesquisa e para minha formação acadêmica e humana.

Agradeço a Luisa Sambora, pela amizade, respeito, acolhimento e por todo o apoio prestado desde a minha admissão no curso. Sou igualmente grato por ter me substituído na orientação e no acompanhamento nas minhas disciplinas de trabalho na UEM, bem como pelas palavras de incentivo e pela presença ao longo dessa caminhada.

Aos meus irmãos: Anita, Jonas, Rosália, Raquelina, João, Ruth, Carolina, Sebastião e Marta e à minha cunhada, Linda Sumbana, manifesto minha profunda gratidão por todo o apoio incondicional, pelo carinho, incentivo e pela força que me ofereceram durante este percurso. Mesmo diante das distâncias e das dificuldades, vocês estiveram presentes e foram fundamentais para que eu pudesse seguir em frente.

Ao Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM), agradeço pelas inúmeras contribuições para minha formação e para o desenvolvimento desta pesquisa. Este espaço de diálogo, aprendizagem, colaboração e compartilhamento de conhecimentos foi fundamental para minha trajetória acadêmica. De modo especial, agradeço a Pamela Aleska, A tiele Aquino, Jinos e Valci, pela amizade, companheirismo e pelas experiências compartilhadas ao longo dessa caminhada.

À Rose (in memoriam), companheira de vida do meu amigo Valci, registro minha profunda gratidão pelo acolhimento em Rio Claro, pela amizade, pelo respeito e pela generosidade com que me recebeu. Agradeço, especialmente, por ter aberto as portas de sua casa e proporcionado momentos de confraternização, convivência e amizade que permanecerão para sempre em minha memória. Sua presença deixou uma marca especial nesta caminhada

Ao João Victor e à Profa. Dra. Pollyane, agradeço pela amizade e pelo carinho. Mesmo à distância, vocês permaneceram presentes em minha caminhada, oferecendo apoio, palavras de incentivo e demonstrando que a verdadeira amizade ultrapassa as barreiras da distância.

Ao Manuel, agradeço pela amizade construída durante o processo de formação, pelas conversas, pelos momentos compartilhados e pela parceria ao longo dessa trajetória.

À Igreja Assembleia de Deus – Ministério de Belém, expresso minha gratidão por todos os ensinamentos, pelo apoio espiritual e emocional e pelas oportunidades que me foram concedidas para a pregação da Palavra de Deus. Agradeço por ter encontrado nesse espaço acolhimento, fortalecimento da fé e oportunidades de servir a Deus.

À Inajara, Alessandra e Elisa, agradeço pelo profissionalismo, pelo apoio emocional, pela amizade e pelos vínculos construídos durante minha formação. A presença e o apoio de vocês tornaram essa caminhada mais leve e significativa.

Aos meus professores, Lucas Mazzi, Marcelo Borba, Paula Malheiros, Fabiani Mondine, Lourdes Onuchic e Vânia Vagner expresso minha sincera gratidão pelos conhecimentos compartilhados.

Às minhas irmãs de orientação, Franciele e Thainã pelo companheirismo e conversas durante o processo de formação.

Aos professores que compuseram a Banca Examinadora, Josefina, Geciara, Débora e Marcelo, agradeço profundamente pelas contribuições, pelas observações, pelo diálogo acadêmico e pelo apoio durante este processo de formação. As reflexões e sugestões apresentadas foram fundamentais para o aprimoramento desta pesquisa e para meu crescimento acadêmico.

Meu agradecimento vai ainda para Tomás, Fabião, Admiró Baloi, Minda, Paula, por todo apoio prestado nesse processo, quer emocional ou material.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta caminhada fosse possível. Cada palavra de incentivo, gesto de carinho, momento de escuta, ensinamento e demonstração de amizade teve um significado especial. A conclusão desta tese representa não apenas uma conquista acadêmica, mas também o resultado de uma caminhada construída com fé, dedicação, encontros, aprendizagens e, sobretudo, com a colaboração de muitas pessoas que fizeram parte desta história.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES)-Código de Financiamento 001.

RESUMO

A presente pesquisa teve a seguinte pergunta diretriz: “de que maneira a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais podem ser integradas para potencializar a prática pedagógica de professores que ensinam Matemática em Moçambique?”. Para buscar indícios de respostas, o pesquisador investigou como os professores participantes de um curso de extensão universitária intitulado “Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais” elaboraram projetos de Modelagem com o uso das Tecnologias Digitais ao longo do curso, realizado de forma totalmente presencial em Moçambique. A abordagem metodológica da pesquisa é de cunho qualitativo; como instrumentos de produção de dados, utilizaram-se trabalho em equipe, observação participante, atividades desenvolvidas pelos professores durante o curso de extensão universitária e a análise documental. As Tecnologias Digitais foram usadas como auxiliares no desenvolvimento dos projetos de Modelagem Matemática, com o intuito de ampliar as possibilidades de os professores terem papel ativo na própria construção do conhecimento, com atividades que possibilitem a experimentação, a visualização e a ocorrência de discussões na sala de aula. No decorrer desta pesquisa, a Modelagem Matemática foi concebida como uma prática pedagógica na qual, a partir de problemas não matemáticos que fazem parte da realidade dos intervenientes do processo de ensino e aprendizagem, discute-se, interage-se e dialoga-se por meio de trabalho em equipe, culminando em concepções de Educação Matemática crítica. A análise dos dados permite inferir que a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais potencializam as aprendizagens dos intervenientes do processo de ensino e aprendizagem, tornam as aulas significativas e promovem o desenvolvimento do pensamento crítico. Isso abre espaço para a mobilização de saberes de várias áreas de conhecimento, viabilizando a interdisciplinaridade, embora o tempo ainda seja uma das limitações para a conclusão das atividades de Modelagem.

Palavras-Chave: Projetos de Modelagem. Tecnologias Digitais. Narrativas de professores.

ABSTRACT

This research was guided by the question, "How can Mathematical Modeling and Digital Technologies be integrated to enhance the pedagogical practice of mathematics teachers in Mozambique?" To find clues to this question, the researcher investigated how teachers participating in the university extension course entitled "Mathematical Modeling and Digital Technologies" developed modeling projects using digital technologies throughout the course, which was entirely in-person in Mozambique. The methodological approach of the research is qualitative, and the data collection instruments used were teamwork, participant observation, activities developed by the teachers during the university extension course, and document analysis. Digital technologies were used as partners in the development of mathematical modeling projects, with the aim of increasing the possibilities opened up for teachers to have an active role in the construction of knowledge itself, through activities that allow experimentation, visualization, and classroom discussions. Throughout this research, mathematical modeling was... Conceived as a pedagogical practice, where, starting from non-mathematical problems that are part of the reality of those involved in the teaching and learning process, or situations linked to their reality, discussions, interaction, and dialogue take place through teamwork, using Mathematics, and the conceptions of critical Mathematics Education emerge. The analysis of the data produced in the research scenario allows us to infer that Mathematical Modeling and Digital Technologies enhance the learning of those involved in the teaching and learning process, make classes meaningful, promote the development of critical thinking, and open space for the mobilization of knowledge from various areas of knowledge, making interdisciplinarity possible, and that time has been one of the limitations for the completion of the Modeling activities.

Keywords: Modeling Projects. Digital Technologies. Teacher Narratives

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Objetivos específicos da pesquisa.....	17
Figura 2 – Salas de aulas sem infraestrutura adequada	21
Figura 3 – Exploração ilegal da madeira em Moçambique	22
Figura 4 – Processo de Modelagem Matemática proposto por Bassanezi	29
Figura 5 – Ciclo de Modelagem Matemática	31
Figura 6 – Ciclo de Modelagem Matemática incluindo o uso de tecnologia	50
Figura 7 – Ciclo do procedimento de análise de dados do cenário da pesquisa.....	81
Figura 8 – Carteira em uso na Escola Secundária da Manhiça	86
Figura 9 – Extração das medidas das tábuas da carteira escolar	87
Figura 10 – Cálculo do volume das tábuas da carteira escolar.....	89
Figura 11 – Conversão da medida da madeira para o sistema internacional.....	90
Figura 12 – Apresentação dos cálculos do projeto	94
Figura 13 – Discussão dos professores do grupo 3	96
Figura 14 – Professores fazendo as medições do recinto escolar.....	96
Figura 15 – Apresentação dos materiais necessários para a iluminação da escola.....	98
Figura 16 – Nuvem de palavras sobre formação continuada.....	107
Figura 17 – Nuvem de palavras sobre dificuldades pedagógicas	109
Figura 18 – Professores procedendo medições.....	111
Figura 19 – Apresentação da resolução dos professores	112
Figura 20 – Apresentação da resolução do problema colocado.....	113
Figura 21 – Professores em processo de medições	114
Figura 22 – Apresentação de solução do problema	114

LISTA DE TABELAS

Quadro 1 – Levantamento de teses e dissertações de 2017-2022 na BDTD.....	59
Quadro 2 – Perfis dos professores participantes da pesquisa	76
Quadro 3 – Descrição do conteúdo programático no curso de extensão universitária.....	77

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	10
1 Introdução	10
1.1 Trajetória Acadêmica	11
1.2 Trajetória de pesquisa	13
1.3 Concepção da Modelagem Matemática utilizada na pesquisa	17
1.4 Contexto de Moçambique como Locus da Pesquisa.....	20
1.4.1 Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais no contexto moçambicano.....	24
CAPÍTULO II.....	27
2 Pressupostos teóricos sobre a Modelagem na Educação Matemática	27
2.1 Tecnologias Digitais na sala de aula	37
2.2 Relação entre a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais	49
CAPÍTULO III	58
3 Procedimentos da seleção das Dissertações e Teses	58
3.1 Análise dos resultados das dissertações e teses	59
3.1.2. Categoria 2: Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais.....	66
CAPÍTULO IV.....	70
4 Pressupostos Metodológicos da Pesquisa	70
4.1 Locus e participantes da pesquisa	74
4.2 Procedimentos de produção de dados no curso de extensão universitária.....	77
4.3 Instrumentos de Pesquisa na produção de dados	78
4.4 Registros no decorrer de produção de dados	79
4.5 Procedimentos de análise de dados	81
CAPÍTULO V	83
5. Projetos de pesquisa desenvolvidos pelos professores	83
5.1 Narrativas dos professores sobre a Modelagem Matemática	99
5.2 Narrativas dos professores sobre o uso das Tecnologias Digitais	102
5.3. Narrativas dos professores sobre a formação continuada dos professores	107
5.4. Narrativas dos professores sobre as dificuldades enfrentadas durante as suas práticas pedagógicas.....	108
5.5 Desenvolvimento de uma atividade de consolidação de Modelagem Matemática....	110

CÁPITULO VI.....	116
6 Discussão dos dados.....	116
6.1 Concepções dos professores participantes sobre a Modelagem Matemática	116
6.2 Modelagem Matemática e as condições de trabalhos dos professores.....	121
6.3 Modelagem Matemática e a formação crítica dos professores.....	125
6.4 Perspectivas futuras e recomendações para a formação de professores que ensinam Matemática em Moçambique	131
CAPÍTULO VII.....	133
7 Considerações Finais	133
REFERÊNCIAS	140

CAPÍTULO I

Neste capítulo I, faço a apresentação da pesquisa e do problema científico investigado. Ademais, descrevo a minha trajetória acadêmica, desde a Licenciatura até a minha admissão no curso do doutorado em Educação Matemática na Universidade Estadual Paulista (Unesp). Por fim, falo da trajetória de desenvolvimento desta investigação, que versa sobre Modelagem Matemática e Tecnologias Digitais na formação de professores que ensinam Matemática em Moçambique.

1 Introdução

Nesta pesquisa, investiguei a possibilidade de trabalhar Modelagem Matemática (MM) e Tecnologias Digitais (TD) na formação de professores que ensinam Matemática em Moçambique, país localizado na costa leste de África Austral. Esse curso de formação consistia em um curso de extensão universitária denominado “Modelagem Matemática e Tecnologias digitais”, realizado no formato presencial, em Moçambique, em janeiro de 2024, quando os professores estavam de férias letivas. Ao acompanhar os professores participantes elaborando os seus projetos de Modelagem, observei de que forma as Tecnologias Digitais condicionaram a elaboração desses projetos e como os professores entendiam a formação continuada em suas práticas pedagógicas. A partir disso, busquei responder à seguinte pergunta de pesquisa: *“De que maneira a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais podem ser integradas para potencializar a prática pedagógica de professores que ensinam Matemática em Moçambique?”*.

Para que o leitor compreenda o caminho percorrido ao longo deste estudo, apresento, a seguir, parte da minha trajetória acadêmica, descrevendo fatos que me impulsionaram a buscar um aprofundamento sobre meus entendimentos na Educação Matemática, experiências e possíveis justificativas da escolha da temática em estudo e do interesse em frequentar o curso do doutorado em Educação Matemática. Posteriormente, apresento o surgimento da pergunta diretriz e os objetivos que norteiam a presente investigação. Por fim, descrevo a estrutura da tese elaborada. Saliento que, no decorrer da escrita desta tese, optei por usar a primeira pessoa do singular, embora saiba que o produto desta pesquisa é um trabalho conjunto com a minha orientadora.

CAPÍTULO VII

7 Considerações Finais

Este capítulo é resultado dos encaminhamentos que foram desenvolvidos nesta pesquisa a partir do surgimento das ideias iniciais que a orientaram. A pergunta diretriz foi a inquietação que me permitiu delinear um curso de extensão universitária com os professores que ensinam Matemática em Moçambique.

A pesquisa teve a influência do grupo de pesquisa GIPMEM, do qual faço parte desde 2022, logo que ingressei no doutorado. Essa influência consistiu no auxílio da literatura, nas recomendações aos meus textos que eu disponibilizava no grupo de pesquisa, bem como nas sugestões sobre o delineamento do curso de extensão universitária.

A trajetória deste estudo mostra o caminho que percorri enquanto pesquisador até ingressar ao curso de doutorado, assim como as motivações que me levaram a pesquisar o tema e as justificativas de trazer o contexto moçambicano nesta investigação. O que me fez chegar à pergunta que direcionou o estudo: **“De que maneira a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais podem ser integradas para potenciar a prática pedagógica dos professores que ensinam Matemática em Moçambique?”**.

Na procura de evidências para responder à pergunta diretriz, foi delineado um curso de extensão universitária na modalidade presencial em Moçambique, do qual participaram nove professores que ensinam Matemática na Escola Secundária da Manhica. Foram apresentados artigos sobre a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais, de modo que os pudessem ter noções iniciais sobre a MM e as TD, visto que essas abordagens não faziam parte das suas práticas pedagógicas. Durante o curso de extensão universitária, foram desenvolvidos três projetos de Modelagem Matemática que partiram da realidade da própria escola, o que evidenciou o quanto a MM pode participar na tomada de decisões e como ela contribui para a formação da cidadania e de agentes críticos que questionem as suas próprias convenções.

Foi identificada na Escola Secundária da Manhica, que há falta de salas de aulas suficientes para acomodar todos os alunos e a falta de acesso à internet, a falta de iluminação do recinto escolar, a falta de carteiras escolares suficientes para os alunos e as turmas superlotas, são motivos que estiveram detrás das justificativas dos professores para o desenvolvimento dos seus projetos de modelagem.

Os fundamentos teóricos da pesquisa sobre a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais, bem como o levantamento das teses e dissertações, permitiram que eu tivesse uma base aprofundada do saber, além de uma contextualização para minha pergunta de pesquisa, permitindo que eu identificasse os avanços já feitos pelos outros pesquisadores sobre os desafios e as perspectivas em relação ao meu objeto de estudo. Com isso, os resultados apresentados nesta tese são particulares desse cenário, mas acredito que deles podem ser replicados para outros contextos e cenários de pesquisa envolvendo a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais.

No andamento da pesquisa, tive contradições e limitações para ampliar as discussões sobre as Tecnologias Digitais, principalmente no que diz respeito ao uso dos softwares matemáticos, devido à não disponibilização da sala de informática por parte da Escola Secundária da Manhica. Isso gerou alguns constrangimentos, pois os professores estavam ansiosos para adquirir os conhecimentos sobre os softwares matemáticos.

No entanto, essa limitação de falta de infraestruturas adequadas, fizeram com que os professores, interagissem com os artefatos disponíveis na escola, o que corroborou com Borba (2021) ao ampliar a discussão de conceito de humanos com mídias argumentando que a produção do conhecimento ocorre por meio da interação entre humanos e diferentes artefatos tecnológicos, onde a pandemia evidenciou que elementos não vivos, como o vírus SARS-COV-2, as Tecnologias Digitais e o próprio ambiente doméstico, exercem influência sobre os processos educativos, modificando as formas de ensinar, aprender e produzir conhecimento matemático.

Os resultados apresentados, discutidos e analisados no quinto e sextos capítulos deste estudo, respondem à pergunta diretriz que orientou este estudo, bem como dão diretrizes à compreensão dos objetivos específicos anteriormente anunciados nesta pesquisa. Durante as concepções iniciais do curso de extensão universitária, identifiquei, a partir das narrativas dos professores, que a MM e as TD não faziam parte de suas práticas pedagógicas, o que fez com que houvesse uma mistura de sentimentos sobre o curso: uns estavam ansiosos para saber o que é Modelagem Matemática; outros estavam preocupados em estar numa sala para tratar um assunto completamente desconhecido.

No desenvolvimento de atividades com a Modelagem Matemática, foi notória a colaboração entre os professores, onde o diálogo, a inteiração e a discussão sadia foram elementos importantes para um trabalho em equipe bem-sucedido. Chamou atenção também o

tipo do trabalho em equipe realizado, pois não houve divisão de tarefas, permitindo o envolvimento de todos no desenvolvimento dos projetos.

Outra potencialidade identificada foi o trabalho das Tecnologias Digitais durante o desenvolvimento dos projetos de Modelagem, pois foram usadas para as pesquisas no Google, partilha das informações e uso das planilhas de Excel para fazer simulações do modelo matemático encontrado.

Uma das indicações nas atividades de Modelagem Matemática é o papel do professor pesquisador, pois fui mediador durante todo processo, não interferindo nas escolhas dos temas pelos professores participantes. O fato de eles terem escolhidos os seus temas para desenvolverem os projetos foi muito significativo, pois despertou mais interesse entre os professores para a resolução dos problemas colocados. Mesmo assim, percebi insegurança dos professores para desenvolver os seus projetos de Modelagem, o que é normal, pois, nas atividades de MM, não existe um guia que orienta os professores sobre como devem atuar na resolução da situação-problema.

Em função do tempo envolvido na Modelagem Matemática, nem sempre é possível concluir todas as atividades no período determinado, como ocorreu com o grupo 3. Ele fez um projeto sobre a iluminação do recinto escolar, mas não conseguiu terminar, pois envolvia uma consulta junto aos supermercados para que tivessem noção dos custos do material levantado para a efetivação do projeto.

A Modelagem Matemática abriu espaço para os professores participantes fazerem denúncias das condições de trabalho a que são submetidos, bem como das dificuldades que enfrentam no processo de ensino e aprendizagem. Também ficou evidente que os alunos enfrentam dificuldades relacionados à falta de infraestruturas, como a questão das salas de aula e das carteiras escolares.

Os projetos de Modelagem Matemática serviram como um caminho para os professores envolverem os pais e encarregados de educação na resolução de problemas da escola, como o caso de insuficiência de carteiras, o que mostra o poder da MM para o exercício da cidadania.

A concepção da Modelagem Matemática assumida foi determinante para a escolha dos textos que orientaram o curso de extensão universitária, além de ter tido impacto na escolha dos temas dos professores para os seus projetos de Modelagem. Isso mostra o quanto é importante adotar uma concepção de Modelagem antes de orientar uma atividade que se trata de introduzir as ideias iniciais sobre uma temática.

Penso que os temas de Modelagem Matemática que foram aqui apresentados podem ser usados por outros pesquisadores, para que seja possível verificar como outros participantes que não sejam moçambicanos constroem os seus significados a partir das discussões aqui levantadas.

A expansão das Tecnologias Digitais chamou muita atenção, pois os professores afirmaram que alguns alunos usam aplicativos de resolução de exercícios, mas não conseguem explicar como esses resultados foram obtidos. Entendo, diante disso, que é necessário integrar esses recursos tecnológicos na sala de aulas, até porque a escola tem o papel de diminuir as desigualdades sociais entre os alunos.

Creio que esta tese tem um potencial para a integração da Modelagem Matemática na formação continuada de professores em Moçambique, pois as atividades que foram desenvolvidas podem servir como guia para as futuras discussões nos cursos de Licenciatura em Matemática, pois a MM e as TD não são abordados nos seus currículos.

No caso específico de Educação Matemática, esta tese pode servir como bússola sobre como a MM e as TD são discutidas em África, o que pode enriquecer discussões sobre como os africanos constroem os seus entendimentos sobre a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais.

Identifiquei que existem sinergias entre a Modelagem Matemática e as Tecnologias Digitais, pois, enquanto a MM orienta como a resolução da situação-problema deve ser feita, as TD podem ser parceiras para a construção do modelo matemático, permitindo a visualização dos dados e a simulação dos resultados.

As atividades de Modelagem Matemática aqui desenvolvidas mostraram, ainda, concepções de Educação Matemática Crítica, o que permitiu que os professores questionassem as suas próprias práticas pedagógicas e o papel da Matemática na sociedade. Além disso, as atividades de Modelagem Matemática abriram espaço para a discussão de vários cenários, como políticas públicas, condições socioeconômicas e problemas da própria Matemática no que diz respeito ao seu ensino, visto que a Modelagem Matemática quebra o com os paradigmas do ensino tradicional.

Uma outra lente de busca de evidências para a pergunta diretriz que orientou esta pesquisa, foi Borba (2021) onde a construção do conhecimento matemático não ocorre exclusivamente na mente do indivíduo, mas resulta da interação entre seres humanos e diferentes mídias ou artefatos. Essa perspectiva é fundamentada no conceito de humanos-com-mídia, segundo o qual o conhecimento é produzido coletivamente por humanos em interação

com objetos, tecnologias e ambientes que possuem diferentes níveis de agência. Durante a vigência da pandemia COVID-19, essa concepção foi ampliada para incluir elementos como o vírus, os dispositivos digitais e, sobretudo, o lar, que passou a desempenhar papel central na aprendizagem matemática.

Para a Escola Secundária da Manhiça, a limitação do uso da sala de informática, as carteiras escolares e as condições de trabalho dos trabalhos e a falta de infraestruturas adequadas para aprendizagem, não atuaram como instrumentos auxiliares da aprendizagem, mas participaram da produção de conhecimento dos professores que ensinam matemática no desenvolvimento dos projetos de modelagem, desde as concepções das temáticas e as diferentes fases de execução dos respectivos projetos.

Neste processo, o conhecimento emerge da ação conjunta entre o sujeito e artefatos, formando um coletivo de produção do conhecimento humanos- com -mídias. Com a construção das aulas no ensino remoto, o lar deixou de ser apenas um espaço de convivência familiar para tornar-se um elemento constitutivo do processo educativo. O ambiente doméstico passou a integrar o sistema de aprendizagem, juntamente com pais, professores, internet e Tecnologias Digitais. Nesse contexto, a aprendizagem matemática passou a depender das condições materiais da residência, da qualidade da conexão à internet, da disponibilidade de equipamentos tecnológicos, do apoio familiar e das condições físicas para o estudo (Borba, 2021).

Neste contexto, evidenciado por Borba (2021), a estrutura física da escola e as condições de trabalho dos professores, a falta de internet, as características da sala de aula, bem como os materiais nela presente, tornam-se elementos constitutivos do processo de construção do conhecimento matemático.

Os problemas de Modelagem Matemática, levantados pelos professores da Escola Secundária da Manhiça, são autênticos, pois tem uma relação com as suas condições de trabalho, o que é defendido por Borba (2021) ao argumentar que resolver um problema matemático em uma residência ampla, silenciosa e equipada tecnologicamente é muito diferente de fazê-lo em uma casa superlotada, sem acesso adequado à internet ou com poucos recursos digitais. Desta maneira, o próprio lar exerce uma forma de agência, influenciando as possibilidades de construção do conhecimento matemático.

Segundo Borba (2021), a relação entre os artefatos e a produção do conhecimento matemático conduz naturalmente à Educação Matemática Crítica (EMC), pois revela que a aprendizagem não ocorre em condições neutras, pois os artefatos como computadores, celulares, internet, softwares, vídeos, materiais didáticos e o próprio ambiente doméstico

participam da construção do conhecimento, mas seu acesso e sua qualidade são profundamente marcados pelas desigualdades sociais. Deste modo compreender o papel desses artefatos implica discutir também as relações de poder, exclusão e justiça social, princípios centrais da Educação Matemática Crítica. Os professores ao fazerem denúncias sobre as suas condições de trabalho e questionarem o fato de os alunos continuarem a sentar no chão enquanto o país é rico em madeira e em pensarem o envolvimento de pais e encarregados de educação para participarem nas soluções das dificuldades dos alunos, observamos que os professores, exercem o poder político na luta pelas desigualdades sociais e promovendo a justiça social e tornando o ato de ensinar como o exercício da cidadania.

Nesse contexto, emerge a Educação Matemática Crítica, cuja finalidade é questionar a ideia de neutralidade da Matemática e do ensino. O fato da Escola Secundária da Manhiça, estar localizado na zona rural, traz disparidades de ensino em relação aos alunos que estudam nas grandes cidades, pois eles estão desprovidos de certas condições que facilitam as suas aprendizagens, bem como para os respetivos professores que trabalham em condições deploráveis, o que converge com o posicionamento de Borba (2021), ao revelar que a pandemia da COVID-19, revelou que estudantes pertencentes a diferentes contextos socioeconômicos tiveram oportunidades muito distintas de aprendizagem, uma vez que alguns possuíam internet de alta velocidade, computadores e ambientes adequados para o estudo, enquanto outros enfrentavam falta de equipamentos, conexão precária e condições inadequadas de moradia.

Neste processo da construção de conhecimento matemático, podemos inferir que os artefatos também expressam desigualdades e influenciam diretamente na produção do conhecimento, pois pensamos que os professores de uma escola com todas as condições de trabalho criadas e com infraestruturas adequadas não teriam desenvolvidos os mesmos projetos de Modelagem Matemática. A Educação Matemática Crítica, assumiu o papel de problematizar as desigualdades enfrentadas pelos professores e alunos da Escola Secundária da Manhiça e propor as possíveis soluções para a resolução de problemas concretos ligados ao contexto desses intervenientes do processo de ensino e aprendizagem.

Entendemos a partir de Borba (2021), que ensinar a Matemática, não significa apenas desenvolver conteúdos conceituais de matemática, mas também moldar sujeitos capazes de compreender criticamente os fenômenos sociais, econômicos e políticos mediados pela Matemática, o mesmo que sucedeu com a pandemia, onde os pesquisadores empregaram os conhecimentos matemáticos, artefatos, recursos tecnológicos para a compreensão crítica da realidade social.

Um outro aspecto que veio átona com o desenvolvimento de projetos de Modelagem Matemática, envolvendo a construção das carteiras escolares, é o fato de que os professores, não chegaram de falar de questões ambientais sobre o abate de árvores, o que percebemos que Borba (2021), acautela essa situação, na medida que compreende que a produção de conhecimento é resultado da interação entre seres humanos, tecnologias, ambientes e outros elementos não humanos, ampliando a visão de agencia para incluir artefatos e permitir relacionar a Educação matemática com os desafios ambientais contemporâneos.

Por fim, espero que esta tese possa inspirar outros pesquisadores a pesquisar questões de Educação Matemática em contexto africano. Reafirmo que os resultados e as discussões levantadas nesta tese foram orientados por teóricos de minha escolha, com minhas lentes de percepção e minhas concepções culturais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; CASTRO, E. M. V.; SILVA, M. H. S. Recursos semióticos em atividades de modelagem matemática e o contexto on-line. **Alexandria**, v. 14, n. 2, p. 383-406, 2021.

ALMEIDA, L. M. W.; SEKI, J. T. P.; CASTRO, É. M. V. Tecnologias digitais e modelagem matemática: interlocuções e possibilidades. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 20, n. 45, p. 144-161, 2024.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, A. Por uma educação matemática crítica: a modelagem matemática como alternativa. **Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, São Paulo, v. 12, n. 2, 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/2752>. Acesso em: 14 jul. 2025.

ALMEIDA, M. E. B.; SILVA, M. G. M. Currículo, tecnologia e cultura digital: espaços e tempos de web currículo. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 7, n. 1, abr. 2011.

ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2021.

ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

ARAKI, P. H. H. **Atividades experimentais investigativas em contexto de aulas com Modelagem Matemática: uma análise semiótica**. 2020. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4898/1/LD_PPGMAT_M_Araki%2c_Paulo_Henrique_Hideki_2020.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023

ARAÚJO, J. L. **Cálculo, tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos**. 2002. 173 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2002.

ARAÚJO, J. L. Uma abordagem sócio-crítica da modelagem matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.

ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. Construindo pesquisas coletivamente em educação matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004. p. 25-45.

BARROS, J. P. D.; D'AMBRÓSIO, U. **Computadores, escola e sociedade**. São Paulo: Scipione, 1988.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem como Modelagem Matemática**. São Paulo: Contexto, 2005.

BECKER, F. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

BERSSANET, J. H.; FRANCISCO, A. C. Um panorama das pesquisas sobre pensamento computacional em programas de pós-graduação no Brasil. **Contexto & Educação**, Ijuí, ano 36, n. 114, p. 1-23, maio/ago. 2021. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/11779>. Acesso em: 6 nov. 2022.

BIEMBENGUT, M. S. 30 anos de Modelagem Matemática na educação brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. **Alexandria**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 7-32, jul., 2009.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino**. 5. ed., 2. reimpr. São Paulo: Contexto, 2011.

BICUDO, M. A. V. Pesquisa em educação matemática. **Pro-Posições**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 18-23, mar. 1993.

BLUM, W.; LEIß, D. “Filling Up” – the problem of independencepreserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. *In*: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR RESEARCH IN MATHEMATICS EDUCATION, 4., Sant Feliu de Guíxols, Spain. **Anais [...]**. Sant Feliu de Guíxols, Spain, 2005. p. 1623-1633.

BORBA, C. M.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Modelagem, calculadora gráfica e interdisciplinaridade na sala de aula de um curso de Ciências Biológicas. **Revista de Educação Matemática**, ano 5, n. 3, p. 63-69, 1997.

BORBA, M. C. A pesquisa qualitativa em educação matemática. *In*: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 27., 2004, Caxambu, MG. **Anais [...]**. Caxambu, MG, 2004. Disponível em: http://www1.rc.unesp.br/gpimem/downloads/artigos/borba/borba-minicurso_a-pesquisa-qualitativa-em-em.pdf. Acesso em: 24 jul. 2024.

BORBA, M. C.; ALMEIDA, H. F. L.; GRACIAS, T. A. S. **Pesquisa em ensino e sala de aula: diferentes vozes em uma investigação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

BORBA, M. C.; CANEDO JUNIOR, N. R. Modelagem matemática com produção de vídeos digitais: reflexões a partir de um estudo exploratório. **Com a Palavra o Professor**, Vitória da Conquista, v. 5, n. 11, p. 171-198, 2020.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **A informática e educação matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R.; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em educação matemática: sala de aula e internet em movimento**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking**: information and communication technologies, modeling, experimentation and visualization. v. 39. New York: Springer, 2005.

BURAK, D. Uma perspectiva de modelagem matemática para o ensino e aprendizagem da matemática. In: BRANDT, C. F.; BURAK, D.; KLÜBER, T. E. (Org.). **Modelagem matemática**: uma perspectiva para a educação básica. Ponta Grossa: UEPG, 2010. p. 15.

BURAK, D. **Modelagem matemática**: uma alternativa para o ensino de matemática na 5ª série. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1987.

BURAK, D. **Modelagem matemática**: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, , 1992.

BURAK, D.; KLÜBER, T. E. Concepções de modelagem matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008.

CANEDO Jr., N. R. C. **A participação do vídeo digital nas práticas de modelagem quando o problema é proposto com essa mídia**. 2021. 194 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2021. Disponível em: https://igce.rc.unesp.br/Home/Pesquisa58/gpimem-pesqeminformaticaoutrasmidiaseeducaomatematica/canedo_jr_nr_dr_rcla.pdf. Acesso em: 25 de junho de 2025.

CARARO, E. de F. F. **O Professor que desenvolve Modelagem Matemática na Educação Básica no Estado do Paraná**. 2022. 152 p. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2022.

CARNEIRO, R. F.; PASSOS, C. L. B. A utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação nas aulas de Matemática: limites e possibilidades. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 8, n. 2, p. 101-119, 2014.

CARVALHO, F. J. R. **Introdução a programação de computadores por meio de uma tarefa de modelagem na educação matemática**. 2018. 133 F. Dissertação (Mestrado em Ensino) — Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2018. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3850/5/Felipe_Jose_Rezende_de_Carvalho_2018.pdf. Acesso em: 23 de março de 2023

CHIARI, A.; BORBA, M. C. **Tecnologias Digitais e Educação Matemática**. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

COSTA, F. A. **O ensino de funções trigonométricas com o uso da modelagem matemática sob a perspectiva da teoria da aprendizagem significativa**. 2017. 142 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) — Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São

Paulo, 2017. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/20853>. Acesso em: 6 nov. 2022.

COUTINHO, L. **Modelagem matemático e raciocínio proporcional na educação infantil**. 2020. 63 f. Produto Educacional (Mestrado em Profissional em Ensino de Matemática) — Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020. Disponível: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5141/2/LD_PPGMAT_M_Coutinho%2C_Let%20icia_2020_1.pdf. Acesso: 24 de março de 2023

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**. São Paulo: Penso, 2014.

CRESWELL, J. W. **Métodos qualitativos, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

FADIN, C. **Modelagem matemática e pensamento algébrico no 6º ano do ensino fundamental**. 2021. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Programa de PósGraduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24951/1/modelagemmatematicapensamentoaalgbrico.pdf>. Acesso em: 24 de março de 2023

FERREIRA, V. D. T. **As contribuições de uma sequência didática elaborada a luz do modelo epistemológico de referência (MER), na construção dos conhecimentos relativos à educação financeira**. 2019. 242 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/bitstream/handle/22327/2/Vagner%20Donizeti%20Tavares%20Ferreira.pdf>. Acesso em: 24 de março de 2023

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

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2022.

FREIRE, T. B. P. **Uma unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo de equações diferenciais ordinárias**. 2017. 53 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) — Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Londrina, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3048/2/LD_PPGMAT_M_Freire%2CTalita%20Breschiliare%20Piffer_2017_1.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023

GALBRAITH, P.; FISHER, D. Technology and mathematical modelling: addressing challenges, opening doors. **Quadrante**, v. 30, n. 1, p. 198-218, 2021.

GARNICA, A. V. M. História oral e educação matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

GEIGER, V. Master, servant, partner and extension of self: a finer grained view of this taxonomy. In: **Proceedings of the 28th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia**. Sydney: MERGA, 2005. p. 369-376.

GOIS, V. H. S. **Livro didático e atividades de Modelagem Matemática**: algumas articulações. 2019. 156 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4702/1/LD_PPGMAT_M_Gois%2C_Victor_Hugo_dos_Santos_2019.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa de Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Editora Record, 2004.

GOMES, J. C. S. P. **Professores dos anos iniciais em práticas em modelagem matemática**. 2018. 205 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2018. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3901/1/LD_PPGMAT_M_Gomes%2c%20Joice%20Caroline%20Sander%20Pierobon_2018.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023.

GONÇALVES, A. de M.; KANAANE, R. A prática docente e as tecnologias digitais. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, Santos, v. 13, n. 29, p. 256-265, jan./abr., 2021.

GONÇALVES, R. A.; OLIVEIRA, J. S.; RIBAS, M. A. **A educação na sociedade dos meios virtuais**. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2009.

GOULART, T. C. K.; ALMEIDA, L. M. W. A tecnologia digital em atividades de modelagem matemática: um olhar para os recursos semióticos. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 9, n. 19, p. 262-284, 2020.

GREEFRATH, G. Using technologies: new possibilities of teaching and learning modelling – overview. In: KAISER, G.; BLUM, W.; FERRI, R. B.; STILLMAN, G. (Ed.). **Trends in teaching and learning of mathematical modelling (ICTMA 14)**. Hamburg: Springer, 2011. p. 301-304.

GREEFRATH, G.; SILLER, H. S. Modelling and simulation with the help of digital tools. In: KAISER, G. *et al.* (Ed.). **Mathematical modelling and applications**. Cham: Springer, 2017. p. 529-539.

HIRSCH, C. R.; McDUFFIE, A. R. **Mathematical modeling and modeling mathematics**. United States of America: NCTM, 2016.

HERMÍNIO, M. H. G. B.; BORBA, M. C. A noção de interesse em projetos de modelagem matemática. **Educação Matemática Pesquisa** (Online), v. 12, p. 111-127, 2010.

JAVARONI, S. L. **Abordagem geométrica**: possibilidades para o ensino e aprendizagem de introdução às equações diferenciais. 2007. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

JÚNIOR, C. J. N. **A participação do vídeo digital nas práticas de modelagem quando o problema é proposto com essa mídia**. 2021. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/68185301-7bbd-4e87-9162-7351cba84754/content>. Acesso em: 14 jul. 2025.

KOGA, T. M. **O fazer Modelagem Matemática em um curso de Licenciatura em Química**: análise de estratégias e ações. 2020. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020.

LIMA, F. H.; ARAÚJO, J. L. Em direção a uma caracterização da intervenção docente: ações de um professor em uma prática de modelagem matemática. **REnCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 1-25, mar. 2021. Disponível em: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/509/5092221002/5092221002.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2023.

LINCOLN, Y.; GUBA, E. **Naturalistic inquiry**. Londres: Sage Publications, 1985. (Edição portuguesa: Lisboa: Edições 70).

LÖSCH, S.; RAMBO, C. A.; FERREIRA, J. L. A pesquisa exploratória na abordagem qualitativa em educação. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 18, n. 00, e023141, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v18i00.17958>.

LOVO, E. S. **Modelagem matemática e avaliação**: uma proposta de trabalho com professores dos anos iniciais do ensino fundamental. 2020. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) — Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4900/3/LD_PPGMAT_M_Lovo%2c%20Eliane%20Sborgi_2020.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023.

MALHEIROS, A. P. dos S. Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 861-882, ago., 2012,

MALHEIROS, A. P. dos S. **Educação Matemática online**: a elaboração de projetos de Modelagem. 2008. 187 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

MARTIN, R. T. W. S. **Modelagem matemática e autonomia**: um olhar para atividades no ensino fundamental. 2019. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4717/2/Ronalti%20Martin%202019.pdf>. Acesso em: completar.

MATIOLI, C. E. R. **Metapesquisa dos referenciais teóricos de textos sobre formação continuada de professores em modelagem matemática**. 2019. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

MEYER, J. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em educação matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2020.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2021.

MUNDIM, J. S. M. **Modelagem Matemática nos primeiros anos do Ensino Fundamental**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

NUNOMURA, A. R. T. **Modelagem matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: um olhar para os registros de representação semiótica**. 2021. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24665/1/modelagemmatematicaanosiniciais.pdf>. Acesso em: 24 de março de 2023.

OLIVEIRA, M. M. de. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Vozes, 2007.

PALMA, R. M. **Manifestações da criatividade em modelagem matemática nos anos iniciais**. 2019. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4700/1/LD_PPGMAT_M_Palma%2c_Rafael_Montenegro_2019.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023.

PENILDO, A. *et al.* **Destino: educação – escolas inovadoras**. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

PIRES, D. E. **Uma proposta de interdisciplinaridade utilizando análise combinatória e o algoritmo de colônia de formigas no ensino médio**. 2019. 58 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) — Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2019. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1208/o/Uma_Proposta_de_Interdisciplinaridade_Utilizando_An%C3%A1lise_Combinat%C3%B3ria_e_o_Algor%C3%ADmo_de_Col%C3%B4nia_de_Formigas_no_Ensino_M%C3%A9dio.pdf. Acesso em: 6 nov. 2022.

REZENDE, M. F. **Competências em atividades de modelagem matemática na educação infantil**. 2021. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/25751/1/competenciasmodelagemmatematica_infantil.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023.

ROCHA, R. A. R. **Uma análise semiótica da comunicação em atividades de modelagem matemática com experimentação**. 2021. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/24777>. Acesso em: 6 nov. 2022.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set./dez., 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189116275004.pdf>. Acesso em: 16 set. 2022.

SANTOS, D. B. M. **Investigação sobre a formação continuada de professores no Ensino Fundamental I: Modelagem Matemática**. 2020. 168 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/23418/2/Douglas%20Borreio%20Maciel%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 24 de março de 2023.

SANTOS, R. P. C. **Primeira experiência na sala de aula em/com modelagem matemática de professores em formação inicial**. 2020. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5033/1/LD_PPGMAT_M_Santos%2c_Raphael_Peres_Correia_dos_2020.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023.

SCHLEMMER, E. A geração eh web e eu, o professor. E agora? In: GONÇALVES, R. A.; OLIVEIRA, J. S.; RIBAS, M. A. **A educação na sociedade dos meios virtuais**. v. 1. Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2009. p. 11-24.

SCHRENK, M. J.; VERTUAN, R. E. Modelagem Matemática como Prática Pedagógica: uma possível caracterização em Educação Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 194-224, 2022.

SEGURA, F. N. **Modelagem numérica no ensino de fenômenos dinâmicos: um exemplo de farmacologia**. 2019. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) — Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/11809/Modelagem%20Num%C3%A9rica%20no%20Ensino%20de%20Fen%C3%B4menos%20Din%C3%A2micos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 6 nov. 2022.

SETTI, E. J. K. **Modelagem Matemática no curso técnico de informática integrado no ensino médio: um trabalho internacional**. 2017. 264 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2498/1/LD_PPGMAT_M_Seti%2C%20Elenice%20Josefa%20Kolancko_2017.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023.

SILVA, A. S. **Tecnologias da informação e comunicação no ensino de química: análise das publicações nos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química entre 2016 e 2020**.

2022. 33 f. Monografia (Graduação em Química) — Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/44802/1/ALAN%20SOARES%20TCC.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SILVA, R. M. **Atividades de modelagem matemática com estudantes em vulnerabilidade social**: uma análise à luz da educação matemática crítica. 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UTFPR-12_1f0250f6ab604d19cd027cf11b286b14. Acesso em: 6 nov. 2022.

SILVA, S. J. **Dinâmica de máquinas rotativas**: um instrumento de aprendizagem no ensino médio. 2019. 66 f. Dissertação (Mestrado em Matemática em Rede Nacional) — Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2019.

SILVA, S. R.; BARONE, D. A. C.; BASSO, M. V. A. Modelagem matemática e tecnologias digitais: uma aprendizagem baseada na ação. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 421-446, 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/24996-Texto%20do%20artigo-72979-1-10-20160504%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/24996-Texto%20do%20artigo-72979-1-10-20160504%20(3).pdf). Acesso em: 25 jun. 2025.

SILVA, C.; KATO, L. A. Quais elementos caracterizam uma atividade de Modelagem Matemática na perspectiva sociocrítica? **Bolema**, São Claro, v. 26, n. 43, p. 817-838, ago., 2012.

SKOVSMOSE, O. **Educação matemática crítica**: a questão da democracia. 6. ed. Campinas: Papirus, 2001.

SKOVSMOSE, O. Competência democrática e conhecimento reflexivo em matemática. **For the Learning of Mathematics**, v. 12, n. 2, p. 1-24, jun., 1992.

SOARES, D. S. **Uma abordagem pedagógica baseada na análise de modelos para alunos de Biologia**: qual o papel do software? 2017. 341 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/entities/publication/5676b447-d23a-4f7e-9f6d-b5e067a361dd>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SOARES, M. R. **Um estado de arte das pesquisas acadêmicas sobre modelagem em Educação Matemática (de 1979 a 2015) nas áreas de Educação e de Ensino da Capes**: as dimensões fundamentais e as direções históricas. 2017. 600 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/20854/2/Maria%20Rosana%20Soares.pdf>. Acesso em: 24 de março de 2023.

SOUZA, R. A. **Educação Financeira**: uma abordagem centrada na modelagem matemática. 2018. 125 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) — Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em:

<https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/21707/2/Ricardo%20Antonio%20de%20Souza.pdf>. Acesso em: 24 de março de 2023 .

SOUSA, *et al.* Modelagem matemática e formação social da mente: perspectivas de mútuo potencial. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnologia**, Espírito Santo, v. 17, n. 2, p. 144-161, ago., 2017. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/view/201>. Acesso em: 6 nov. 2022.

SODRÉ, U. **Modelos matemáticos**. Londrina: UEL, 2007. Disponível em: <https://www.uel.br/projetos/matessencial/superior/pdfs/modelos.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2025.

SUMBANE, F. S. **Análise de erros em Cálculo I**: um estudo com os alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade do Estado do Amazonas, Brasil. 2021. 72 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências na Amazônia) — Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências na Amazônia, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2021.

SUMBANE, F. S.; KALHIL, J. D. Um recorte do estado da arte sobre análise de erros no processo de ensino e aprendizagem do cálculo diferencial e integral. **Revista REAMEC**, Cuiabá, v. 8, n. 3, p. 483-497, set./dez., 2020. Disponível em: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/437/4371932027/4371932027.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2022.

TORRE, J. P. G. D. **Teoria dos grafos no ensino médio**: aplicações em problemas de trânsito. 2018. 148 f. Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas) — Programa de Pós Graduação de Ensino de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/server/api/core/bitstreams/76ffa53a-79cd-4dbb-82b9-ec70fbe68138/content>. Acesso em: 24 de março de 2023 .

VEIGA, I. P. A. Docência como atividade profissional. *In*: VEIGA, I. P. A.; D'ÁVILA, C. (Orgs.). **Profissão docente**: novos sentidos, novas perspectivas. Campinas: Papirus, 2012.

VIANA, E. R. **Estratégias de estímulo do pensamento criativo em atividades de modelagem matemática**. 2020. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) — Programa de PósGraduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5157/1/LD_PPGMAT_M_Viana%2C_Elvis_Ricardo_2020.pdf. Acesso em: 24 de março de 2023.

VIEIRA, F. M. S. Avaliação de software educativo: reflexões para uma análise criteriosa. **Edutecnet**, 1999. Disponível em: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/2/1/avaliacatildeo-de-software-educativo-reflexoes-para-uma-analise-criteriosa>. Acesso em: 13 jul. 2025.

VIEIRA, S.; HOSSNE, W. S. Como ler um artigo científico. **Jornal do Conselho Federal de Medicina**, Brasília, ano XVI, n. 126, p. 18-19, fev., 2021.

VILLARREAL, M. Pensar con tecnologías y educar con tecnologías. In: OCCELLI, M.; GARCIA ROMANO, L.; VALEIRAS, N.; QUINTANILLA, M. (Org.). **Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos**. Volumen I: fundamentos y reflexiones. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda., 2016. p. 56-71.