

DOI: <https://doi.org/10.48075/ReBECeM.2023.v.7.n.3.31025>**MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM ESTUDO A PARTIR DOS PRODUTOS EDUCACIONAIS DA REGIÃO SUL DO BRASIL****MATHEMATICAL MODELLING IN BASIC EDUCATION: A STUDY BASED ON EDUCATIONAL PRODUCTS FROM THE SOUTHERN OF BRAZIL**Geovani Nunes Aguiar¹Thiago Bezerra Figueiredo²Bárbara Nivalda Palharini Alvim Sousa³

Resumo: Este artigo aborda uma revisão de literatura referente os produtos educacionais desenvolvidos para a Educação Básica cujo foco incide nos usos da Modelagem Matemática. Os produtos educacionais foram selecionados em um intervalo de cinco anos e são resultantes de programas de pós-graduação em nível de mestrado e doutorado profissionais da área de Ensino, localizados na região sul do Brasil. Guiados pela questão de pesquisa: *Como as atividades de Modelagem Matemática são tratadas nos produtos educacionais sobre Modelagem Matemática nos programas da região Sul do Brasil voltadas para a Educação Básica?* Seguimos os pressupostos metodológicos da Revisão Sistemática de Literatura para coleta e análise de dados. Nos resultados destacamos os diversos usos da Modelagem Matemática na Educação Básica e articulações com diferentes concepções teóricas, em que sintetizamos o modo como as atividades de modelagem matemática são abordadas em produtos educacionais com orientações para as diferentes etapas de escolaridade: Educação Infantil, Anos Iniciais do Ensino Fundamental, Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio.

Palavras-chave: Produtos Educacionais; Modelagem Matemática; Educação Básica; Área de Ensino.

Abstract: This paper addresses a literature review on educational products developed for Basic Education whose focus is on the Mathematical Modelling use. Educational products were selected over a period of five years and are the result of postgraduate programs at the professionals master's and doctoral level, in the field of Teaching, located in the southern part of Brazil. Guided by the research question: *How are Mathematical Modeling activities treated in educational products on Mathematical Modeling in programs in the South region of Brazil aimed at Basic Education?* Data collection and analytical process followed the methodological assumptions of the Systematic Literature Review. In the results, we highlight different uses of Mathematical Modeling in Basic Education and articulations with different theoretical conceptions, in which we synthesize the way in which mathematical modeling activities are approached in educational products with guidelines for the different schooling stages: Early Childhood Education, Elementary School Early Years, Elementary School Final Years and High School.

Keywords: Educational Products; Mathematical Modelling; Basic Education; Teaching Area.

¹ Mestrando do Programa de Mestrado em Ensino – PPGEN na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: dho.uk@hotmail.com.

² Mestrando do Programa de Mestrado em Ensino – PPGEN na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: thiagobezerra09@gmail.com.

³ Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina. Docente no Programa de Mestrado em Ensino - PPGEN na Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP), Cornélio Procópio, Paraná, Brasil. E-mail: barbara.palharini@uenp.edu.br.

1 Introdução

A Educação no Brasil é norteada por políticas educacionais bem como por documentos que visam seu aprimoramento, assim como a sociedade, ela se constitui a partir de um processo de constantes mudanças e transformações. Desde a Constituição Federal de 1988, a Lei nº 9.394, que legitimou as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica, o Plano Nacional de Educação e, atualmente a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), a análise e reflexão acerca dos processos de ensino e de aprendizagem dos diversos campos dos saberes, é abordada nestes documentos, em particular, no que tange ao ensino e à aprendizagem de matemática.

De acordo com a BNCC, uma das responsabilidades da área matemática e suas tecnologias é “Estimular processos mais elaborados de reflexão e de abstração, que deem sustentação a modos de pensar que permitam aos estudantes formular e resolver problemas em diversos contextos com mais autonomia e recursos matemáticos” (BRASIL, 2018, p. 529). Para a concretização desse propósito, o documento aborda que os estudantes devem desenvolver habilidades relacionadas às ações de investigação, de construção de modelos e de resolução de problemas, mobilizando assim, seu modo de raciocinar, representar, comunicar, argumentar; norteando-se por discussões e avaliações conjuntas, aprendendo conceitos e desenvolvendo representações e procedimentos cada vez mais elaborados (BRASIL, 2018).

Mesmo que o documento não explicita, a materialização desses princípios na Educação Matemática pode ser propiciada com abordagens de ensino e aprendizagem que tenham a Modelagem Matemática como eixo norteador, já que a mesma visa a investigação, pelos alunos, de situações-problema extra matemáticas por meio da matemática; situações essas que são delineadas e idealizadas a partir de problemáticas que fazem parte da vida dos alunos, por exemplo o trabalho em sala de aula a partir de problemas que envolvem dinâmicas populacionais, o tratamento de problemas ambientais, problemas financeiros, entre outros (BLUM, 2015; BASSANEZI, 2018).

De modo geral, quando se trata de ensino e de aprendizagem, a Modelagem Matemática pode ser considerada uma alternativa pedagógica, sendo reconhecida como facilitadora do processo de aprendizagem dos alunos, visto que proporciona o contato com conceitos extra e intramatemáticos, bem como sua articulação via uso, construção ou investigação de modelos matemáticos (ALMEIDA; SILVA; VERTUAN, 2012).

Nesse sentido, diversas são as abordagens e possibilidades para o trabalho com a Modelagem Matemática. A fim de analisar essas abordagens, com foco em particular nos produtos educacionais desenvolvidos no âmbito de programas de Mestrado e Doutorado profissionais na região Sul do Brasil⁴ focamos nossa atenção em uma revisão sistemática de literatura, de modo a buscar, especificamente o modo como as atividades de modelagem matemática são abordadas nessas produções.

Os produtos educacionais são definidos na área de Ensino da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, como:

[...] o resultado de um processo criativo gerado a partir de uma atividade de pesquisa, com vistas a responder a uma pergunta ou a um problema ou, ainda, a uma necessidade concreta associados ao campo de prática profissional, podendo ser um artefato real ou virtual, ou ainda, um processo. Pode ser produzido de modo individual (discente ou docente) ou coletivo (BRASIL, 2019, p. 16).

Neste contexto, essa pesquisa visa a coleta de dados em produtos educacionais que representam o campo de prática profissional na Educação Matemática, por meio de produções de mestrado e doutorado profissionais que são expressas por meio de artefatos reais ou virtuais, advindos da coletividade representada por discente, mestrando ou doutorando, docente orientador e demais participantes da implementação dos referidos produtos educacionais.

Com intenção de detalhar os resultados dessa pesquisa, o artigo está estruturado de modo a contemplar: uma introdução para contextualizar os itens abordados; uma breve apresentação de fundamentos teóricos sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática; os procedimentos metodológicos utilizados na revisão sistemática de literatura; a apresentação da análise de dados e discussão de resultados; e, por fim, as considerações finais.

2 Modelagem Matemática na Educação Matemática

Com potencialidades para o ensino e para a aprendizagem da Matemática, a Modelagem Matemática tem suas raízes na Matemática Aplicada, onde os modeladores

⁴ A revisão aqui apresentada está associada às pesquisas de mestrado dos primeiros autores do artigo. Selecionamos a região sul do Brasil devido à região do Programa de Mestrado e ao tempo de coleta de dados transcorrido durante as pesquisas de mestrado. A pesquisa contemplando as demais regiões do país será foco de publicação posterior.

se valiam dela em ações de previsão, otimização e representação de fenômenos naturais, físicos, químicos, entre outros, através de modelos matemáticos (BASSANEZI, 2018).

Para o âmbito educacional, o entendimento de alternativa pedagógica veiculado por Almeida, Silva e Vertuan (2012) também se ampara nos argumentos formativos associados aos diferentes usos de atividades de Modelagem Matemática. Visto que uma atividade de Modelagem Matemática, segundo os autores, pressupõe elementos como o entendimento de uma situação-problema real, um processo investigativo, o uso da matemática e a interpretação de resultados com vistas à situação-problema inicial.

Em relação ao uso dessas atividades em sala de aula, Bassanezi (2018) aborda seis argumentos para abarcar a Modelagem Matemática no ensino de Matemática, sendo eles: formativo, de competência crítica, de utilidade, intrínseco, de aprendizagem, de alternativa epistemológica. O argumento formativo relaciona-se às aplicações matemáticas e a performance da Modelagem Matemática na resolução de problemas, como processos de desenvolvimento de habilidade dos estudantes. O argumento de competência crítica está diretamente relacionado a preparação do indivíduo para vida real, ou seja, um cidadão atuante na sociedade.

O terceiro dos argumentos descritos por Bassanezi (2018), argumento de utilidade, enfatiza a matemática como uma ferramenta eficaz para resolução de diversos problemas do cotidiano. Já o argumento intrínseco ressalta que a inclusão da Modelagem Matemática, resolução de problemas e suas aplicações pode fornecer aos alunos ricas contribuições que auxiliam os estudantes a resolver problemas reais que necessitam de uma interpretação matemática. O argumento de aprendizagem está associado à facilitação da compreensão de argumentos matemáticos por meio da investigação de situações não matemáticas. Por fim, o argumento de alternativa epistemológica está relacionado à Etnomatemática, propondo um enfoque na realidade dos indivíduos.

Esses argumentos relacionam-se ao desenvolvimento de competências, de habilidades, da criatividade, bem como ao aprimoramento da compreensão de conceitos matemáticos. A nosso ver, tais elementos ressaltam, ainda, a valorização de atividades investigativas e podem ser associados ao desenvolvimento matemático esperado pelos documentos oficiais (BRASIL, 2018).

Nas palavras de Vertuan (2007), o uso de atividades de modelagem matemática em sala de aula pode ser uma forma de mostrar aos alunos a importância da matemática na resolução de problemas do seu cotidiano, para o autor “ao discutir situações da

realidade e verificar a aplicabilidade da matemática em diferentes contextos, os alunos, além de entender melhor a realidade que os cerca, podem ter uma visão mais ampla da Matemática” (VERTUAN, 2007, p. 131).

Neste contexto, as práticas de modelagem matemática se caracterizam como ações investigativas em que a partir de uma situação inicial de interesse dos alunos ou colocada pelo professor, um processo investigativo é conduzido de modo a obter respostas para uma situação inicial, não necessariamente matemática. Atividades de modelagem matemática podem ser desenvolvidas em sala de aula sob diferentes perspectivas. Seja nos modos de introduzir a modelagem matemática, por meio de momentos gradativos de familiarização (como indicado por Almeida, Silva e Vertuan (2012)); ou a partir da configuração de casos em que a autonomia dos estudantes e a estrutura da situação-problema são configuradas, como delineado por Barbosa (2004); ou, ainda, a partir de temas de interesse dos alunos, como indicado por Burak (1992).

Em quaisquer dos cenários, o uso de atividades de modelagem matemática em sala de aula, necessita que os professores e alunos sejam familiarizados com ações dessa natureza, bem como com seu desenvolvimento em espaços formais e não formais de aprendizagem, uma vez que as mesmas se afastam de atividades rotineiras de sala de aula (BARBOSA, 2004; ALMEIDA, SILVA, VERTUAN, 2012).

Cabe ressaltar que o trabalho com a Modelagem Matemática vai ao encontro do que as diretrizes educacionais e a BNCC propõem para o ensino e para a aprendizagem em matemática. Neste contexto, Dameto (2021, p. 12) salienta que a modelagem matemática é “essencialmente um conjunto de procedimentos matemáticos utilizados na interpretação de questões das Ciências da Natureza e Humanas e do cotidiano”, favorecendo o aprendizado das habilidades e competências presentes no escopo da Base Nacional Comum Curricular.

A partir de tais posicionamentos, pesquisas sob diferentes vieses da literatura contemplam o uso de atividades de modelagem matemática em sala de aula. As pesquisas produzidas na área de Ensino da CAPES, especialmente em mestrados e doutorados profissionais estão associadas à elaboração de produtos educacionais que viabilizam diferentes modos de ver o uso de atividades de modelagem matemática na Educação Básica. Neste sentido, endereçamos no próximo tópico os encaminhamentos metodológicos que fizeram possível a revisão sistemática de literatura sobre como as atividades de modelagem matemática são abordadas nos produtos educacionais advindos de mestrados e doutorados profissionais da área de Ensino.

3 Encaminhamentos Metodológicos

Para a realização da pesquisa, os dados foram coletados por meio dos pressupostos da revisão sistemática de literatura, com base nas contribuições de Kitchenham (2004, p. 5, tradução nossa). Para a autora, uma revisão sistemática sintetiza o trabalho existente em determinada área a partir das etapas:

1. Identificação e planejamento da pesquisa: para orientar nosso foco de estudos e desenvolvimento da pesquisa especificamos nossa questão de análise: *Como as atividades de Modelagem Matemática são tratadas nos produtos educacionais sobre Modelagem Matemática nos programas da região Sul do Brasil voltadas para a Educação Básica?*
2. Seleção do estudo primário: de acordo com Kitchenham (2004, p. 8, tradução nossa) “os critérios de seleção de estudos destinam-se a identificar os estudos primários que fornecem evidências diretas sobre a questão de pesquisa”. Assim, identificamos programas de pós-graduação à nível de Mestrados e Doutorados Profissionais nos estados do Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS) da área de Ensino da CAPES, considerando o tempo entre 2017 e agosto de 2022; e, em cada um destes programas foram selecionados produtos educacionais que abordavam a Modelagem Matemática na Educação Básica. Para os critérios de inclusão buscamos o termo “Modelagem Matemática” no título, resumo e palavras-chave dos produtos educacionais que estavam disponíveis nas plataformas digitais dos programas de pós graduação elencados pela CAPES.
3. Extração e monitoramento de dados: neste momento realizamos a leitura dos produtos educacionais indicados na etapa anterior avaliando se os mesmos tinham relação com a questão de pesquisa.
4. Síntese dos dados: Dos noventa e três mestrados profissionais e nove doutorados profissionais da área de Ensino, de acordo com a Plataforma Sucupira, neste artigo abordamos pesquisas dos programas advindos da região Sul do país (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) , região na qual atuamos e assim serviu como um ponto de partida para compreensão da questão de pesquisa, que futuramente poderá ser estendida a outras regiões, que

conta com 19 programas profissionais em nível de mestrado e 3 em nível de doutorado.

Na próxima seção são apresentadas as análises e a discussão de resultados da pesquisa realizada seguindo as etapas destacadas por Kitchenham (2004), elencadas acima, de modo a detalhar reflexões sobre a questão de pesquisa a partir da revisão realizada.

4 Análise e Discussão de Resultados

Após a delimitação da área de abrangência, sendo a região Sul do Brasil, a questão norteadora e o foco no produto educacional produzido nesta região, nos direcionamos ao Portal do Sucupira para filtrar os programas e instituições que se enquadram na proposta da pesquisa. No portal encontramos o total de 16 Instituições que possuem curso pós-graduação em nível de Mestrado e/ou Doutorado Profissional (Quadro 1).

Estado	IES	Programa de Pós-Graduação	Teses e Dissertações	Tese e dissertações com produtos educacionais vinculados à Modelagem Matemática
PR	UNICENTRO	Ensino de Ciências Naturais e Matemática - Mestrado Profissional	55	14
PR	UENP	Ensino -Mestrado Profissional	101	4
PR	UTFPR	Ensino de Ciência e Tecnologia Doutorado Profissional	47	1
PR	UTFPR	Ensino de Ciência e Tecnologia - Mestrado Profissional	90	0
PR	UTFPR	Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza - Mestrado Profissional	64	0
PR	UTFPR	Ensino de Matemática - Mestrado Profissional	99	17
RS	FUPF	Ensino de Ciências e Matemática	56	0
RS	UFCSPA	Ensino na Saúde	60	0
RS	UNIPAMPA	Ensino de Ciências	60	2
RS	UNIVATES	Ensino de Ciências e Exatas	188	0
RS	IFSUL	Ciências e Tecnologias na Educação	42	0
RS	UCS	Ensino de Ciências e Matemática	41	2
RS	UERGS	Formação Docente para Ciências, Tecnologias, Engenharias e Matemática	05	0
RS	UFPEL	Ensino de Ciências e Matemática	56	0
RS	FURG	Ensino de Ciências e Exatas	37	0

RS	UFN	Ensino de Ciências e Matemática	29	0
RS	URI	Ensino Científico e Tecnológico	21	0
SC	UDESC	Ensino de Ciências, Matemática e Tecnologias	100	1
SC	FURB	Ensino de Ciências Naturais e Matemática	39	0
Total			1190	41

Quadro 1: Teses e dissertações dos Programas de Pós Graduação

Fonte: Os autores (2023).

Posteriormente ao levantamento dos produtos em seus respectivos *sites*, por meio da leitura das produções buscamos analisar as caracterizações necessárias para compreensão de como as atividades de Modelagem Matemática são abordadas nos produtos educacionais voltados para a Educação Básica. De modo a agrupar os produtos educacionais que versam sobre o uso da Modelagem Matemática, e facilitar seu tratamento, os codificamos como MM e PE, respectivamente, e atribuímos códigos de acordo com suas características e vínculos com as etapas de escolaridade, como indicado no Quadro 2.

Características e Focos do Produto Educacional	Sintetização	Sigla
Produto foi produzido em forma textual	Textual	T
Produto corresponde a um recurso áudio visual	Visual	V
Produto disponível em páginas da internet	Web	W
Mestrado Profissional	Mestrado Profissional	MP
Doutorado Profissional	Doutorado Profissional	DP
Educação Básica	Educação Básica	EB
Graduação	Graduação	G
Formação de Professores	Formação de Professores	FP
Ensino Médio	Ensino Médio	EM
Anos Finais do Ensino Fundamental	Anos Finais do Ensino Fundamental	EFF
Anos Iniciais do Ensino Fundamental	Anos Iniciais do Ensino Fundamental	EFI
Educação infantil	Educação infantil	EI
Educação Jovens e adultos	Educação Jovens e adultos	EJ
Sem Especificação	Sem Especificação	SD
Outras abordagens	Outras abordagens	OA

Quadro 2: Siglas para identificação dos Produtos Educacionais

Fonte: Os autores (2023).

O primeiro movimento de análise resultou na seleção de 38 trabalhos que possibilitam a investigação da questão de pesquisa, ou seja, produtos educacionais que permitem tratar “Como as atividades de Modelagem Matemática são tratadas nos produtos educacionais sobre Modelagem Matemática nos programas da região Sul do Brasil voltadas para a Educação Básica?”, os quais estão descritos no Quadro 3⁵.

⁵ Como foram citados no corpo do texto durante a exposição dos dados, as referências dos produtos aqui analisados não constam ao final do texto.

Autor	Título do produto educacional	Código
ARAKI (2020)	Experimentação nas aulas de matemática	PETMPEBEFFMM
BASTOS (2018)	Modelagem Matemática na formação inicial de docentes: perspectivas para o ensino de matemática nas séries iniciais do ensino fundamental	PETMPEBEMFPMM
CASTRO (2017)	Atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas por alunos de 8 ano do Ensino Fundamental de uma escola do campo	PETMPEBEFFMM
CHULEK (2020)	Uma prática com Modelagem Matemática mediada pela tecnologia	PETMPEBEMMM
COUTINHO (2020)	Modelagem Matemática e raciocínio proporcional: orientações para professores da educação infantil	PETMPEMEFIMM
DZIADZIO (2019)	Modelagem Matemática e sala de aula invertida: uma possibilidade para o ensino de matemática	PETMESDMM
FADIN (2021)	Modelagem Matemática e pensamento algébrico orientações para professores do Ensino Fundamental	PETMPEFFFP
FERREIRA (2020)	Aninha e a Modelagem Matemática: investigando o cotidiano	PETMPEMEFIMM
FORTESKI (2019)	A interdisciplinaridade com práticas de Modelagem Matemática na Educação Básica	PETMPEBEMMM
GOIS (2019)	Atividade de Modelagem Matemática em livros didáticos, é possível?	PETMPEBEMMM
GOMES (2018)	Modelagem Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental: algumas possibilidades	PETMPEBEFIFP
GOMES (2021)	Modelagem Matemática na EJA prisional: uma alternativa pedagógica	PETMPOEMMM
GREGÓRIO (2019)	Uma experiência com Modelagem Matemática em turmas do Ensino Médio	PETMPEBEMMM
HUF (2021)	Aprendizagem significativa por meio das tendências metodológicas da Educação Matemática	PEWDPOSDOA
KOGA (2020)	Atividades de Modelagem Matemática para Licenciatura Em Química	PETMPGMM
KOMAR (2017)	A Modelagem Matemática no Processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental - Ações e Interações	PEVMPEBEFFMM
LEITE (2018)	Articulando a educação matemática à educação do campo por meio de práticas com Modelagem	PETMPEBSDMM
LOLI (2021)	Guia para utilização da Modelagem Matemática no ensino de estatística	PETMPEMMM
LOVO (2020)	Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: uma proposta de formação continuada	PETMPOEFFMM
MACHOSKI (2020)	Modelagem Matemática: relato de uma prática desenvolvida na Educação De Jovens E Adultos	PETMPOEMMM
MARCHIORO (2018)	Modelagem matemática para aprendizagem significativa de função do primeiro grau	PEWEBEFFMM
MAZUR (2021)	Webquest Modelagem Matemática	PETMPFPMM
NUNES (2018)	Curso de formação continuada em Modelagem Matemática para professores da Educação Básica	PETMPFPMM
NUNOMURA (2021)	Explorando a escola: possibilidades de atividades de Modelagem Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental	PETMPEBEFIMM
PALMA (2019)	Modelagem Matemática nos Anos Iniciais	PETMPEBEFIMM
PFAHL (2020)	Atividades de Modelagem Matemática nos anos Iniciais: Um Caderno de Atividades	PETMPEMEFIMM

REZENDE (2021)	Atividades de Modelagem Matemática na Educação Infantil: desenvolvendo competências	PETMPEMEFIMM
RIBAS (2019)	Uma experiência de Modelagem Matemática no atendimento educacional especializado com estudantes surdos	PETMPEBEMMM
ROCHA (2021)	Modelagem Matemática e experimentação: sugestões ao professor	PETMPEBEMMM
SANTOS (2020)	Uma investigação com Modelagem Matemática: como emerge o problema em uma atividade de modelagem matemática	PETMPEBEFFMM
SANTOS (2020)	Vamos modelar? Modelagem Matemática e sala de aula	PETMPGMM
SANTOS (2021)	Atividades de Modelagem Matemática com potencial para o aprimoramento da cultura digital	PETMPEBEFFMM
SETTI (2017)	Blog de Modelagem	PETMPEBSDMM
SILVA (2018)	Caderno de Atividades sobre Função Quadrática Aplicada a Fenômenos Aviônicos	PETDPEBEMMM
SILVA (2019)	Atividades de Modelagem Matemática e Educação Matemática Crítica: algumas possibilidades	PETMPEBSDMM
SILVA (2019)	Caderno pedagógico: o uso de tecnologias digitais em atividades de Modelagem Matemática	PETMPGMM
TACHEVSK (2020)	Articulando a Educação Matemática à sala de apoio à aprendizagem por meio de práticas com modelagem	PETMPEBEFFMM
VIANA (2020)	Criatividade e Modelagem Matemática	PETMPEBEFIMM

Quadro 3: Produtos educacionais selecionados

Fonte: Os autores (2023).

A partir da leitura dos produtos educacionais, foi possível o agrupamento de alguns destes, de modo a sintetizar as ideias abordadas (Quadro 4).

Código	Autores	Especificação	Qtde.
PETMPDMM	Dziodzio (2019)	Abordagem Teórica	1
PETMPEBSDMM	Leite (2018), Silva (2019), Setti (2017)	Abordagem Teórica com atividade	3
PETMPEBEFFMM	Tachevsk (2020), Santos (2019), Castro (2017), Araki (2020) e Santos (2021)	Ensino Fundamental	5
PEVMPEBEFFMM	Komar (2017)	Ensino Fundamental – recurso visual	1
PETMPEFFFP	Fadin (2021)	Ensino Fundamental – Formação de Professores em nível médio (magistério)	1
PETMPEBEFFMM	Lovo (2020)	Ensino Fundamental - Proposta de Formação continuada	1
PETMPEBEFIFPMM	Gomes (2018)	Anos Iniciais do Ensino Fundamental – Formação de Professores	1
PETMPEBEFIMM	Palma (2019), Viana (2020), Nunomura (2021),	Anos Iniciais do Ensino Fundamental	3
PETMPEMEFIMM	Ferreira (2021), Coutinho (2020), Rezende (2021), Pfhall (2020)	Educação Infantil – Formação de Professores	4
PETMPEBEMFPMM	Bastos (2018)	Ensino Médio – Formação de Professores	1
PETMPEBEMMM	Forteski (2019),	Ensino Médio	7

	Gregorio (2019), Ribas (2019), Gois (2019), Chulek (2020), Rocha (2021), Loli (2021)		
PETMPFPMM	Mazur (2021), Nunes (2018)	Webquest - Formação de Professores	2
PETMPGMM	Santos (2020), Koga (2020), Silva (2019)	Graduação	3
PETMPEJEMMM	Machoski (2020), Gomes (2021)	Educação de Jovens e Adultos	2
PEWDPEJSDOA	Huf (2020)	Foco na aprendizagem significativa	1
PEWMPEBEFFMM	Marchioro (2018)	Ensino Fundamental recurso tecnológico- website	1
PETDPEBEMMM	Silva (2018)	Ensino Médio	1

Quadro 4: Produtos educacionais de acordo com suas especificidades

Fonte: Os autores (2023).

No Quadro 4 podemos identificar uma variedade de contextos educacionais nos quais a Modelagem Matemática foi implementada e pauta de discussões teóricas e práticas a partir de seu uso em produtos educacionais, os quais, por definição representam as necessidades concretas das diferentes etapas de escolaridade a que se direcionam, desde a Educação Infantil ao Ensino de Jovens e Adultos, bem como na formação de professores. Do total de 1190 produtos educacionais, 41 se debruçaram sob a área de Modelagem Matemática, e destes, 38 se enquadraram nos critérios de inclusão definidos.

Especialmente no estado do Paraná, Figueiredo, Aguiar e Sousa (2022) indicaram que os produtos educacionais que fazem uso de atividades de Modelagem Matemática na Educação Básica estão associados à 36 trabalhos que apresentam: orientações para professores que atuam na Educação Infantil, Ensino Fundamental Anos Iniciais, Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. A pesquisa da região Sul, contemplando os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, resulta agora de um total de 38 trabalhos, associando a este escopo os produtos educacionais de Marchioro (2018) e Silva (2018). Estes números sinalizam a importância do Paraná na produção de conhecimentos associados à Modelagem Matemática na Educação Matemática, bem como o esforço para a disseminação da Modelagem Matemática nas salas de aulas.

Dos 38 produtos educacionais, 36 deles são apresentados por meio de recurso textual, um estava disponível por meio de um vídeo e dois por meio de páginas da internet (disponível *online*), nestes casos, o direcionamento das atividades de modelagem matemática acompanha orientações e exemplificações da implementação das atividades nas diferentes etapas de escolaridade da Educação Básica.

De modo a viabilizar um panorama de como as atividades de modelagem matemática são abordadas, apresentamos as características dos produtos de acordo com o nível da Educação Básica no qual ele foi implementado. Tais produtos educacionais foram agrupados, também, tendo em conta a disponibilidade de orientações para professores que atuam na *Educação Infantil*, *Anos Iniciais do Ensino Fundamental*, *Anos Finais do Ensino Fundamental* e *Ensino Médio*. Nessa sistematização destacamos as produções que apresentam considerações sobre o uso de atividades de Modelagem Matemática nas diferentes etapas de escolaridade – em salas de aula regulares ou de apoio –, sobre o uso de recursos rotineiros ou não nas aulas de matemáticas (tecnologias digitais, experimentos, a articulação com outras áreas do conhecimento, entre outros).

Especialmente direcionado à professores da *Educação Infantil* está o produto educacional de Gomes (2018) que foca no planejamento de atividades de Modelagem Matemática para uso em sala de aula. Já, Ferreira (2021) traz um livro paradidático com aspectos lúdicos que desenvolve problemas da realidade. Outro autor, que também aborda este nível de escolaridade é Coutinho (2020), que articulou o raciocínio proporcional com a modelagem matemática para terceiros e quartos anos do maternal III. Além dos temas que foram desenvolvidos por esses autores existem temas que tem por finalidade contemplar e emergir o planejamento e o trabalho docente, como Rezende (2011) que aborda uma articulação da Educação Infantil e o desenvolvimento de competências em uma atividade de modelagem matemática. Pfhall (2021) desenvolveu um caderno de atividades que foi desenvolvido por professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Com o foco nos professores e alunos dos *Anos Iniciais do Ensino Fundamental*, Palma (2019) apresenta um caderno de atividades para professores que desejam trabalhar a Modelagem Matemática com alunos do quinto ano do Ensino Fundamental. Em uma sequência de sete atividades de Modelagem Matemática, o autor enfatiza a criatividade e o raciocínio lógico por meio de atividades que mobilizam diferentes recursos tecnológicos. Já Viana (2020) propõe um guia didático para professores do quinto ano e sugere cinco atividades de Modelagem Matemática também sinalizando a criatividade em Modelagem Matemática. Nunomura (2021) aborda um material paradidático com seis atividades planejadas para o quarto ano do Ensino Fundamental, articulando a teoria dos registros de representação semiótica e a Modelagem Matemática.

No que tange ao *Ensino Fundamental – Anos Finais*: em salas de aula regulares do nono ano, Araki (2019) articula atividades de modelagem matemática e experimentação, bem como conhecimentos das áreas de Matemática, Física e Química; já em salas de apoio, Tachevsk (2020) usa as atividades de Modelagem Matemática na perspectiva de Burak (1992) e trata dos temas “Pontos Turísticos da cidade de Guarapuava; Santos (2019) e Castro (2017) tratam de temas elencados pelos alunos de turmas do sétimo e oitavo ano; e, enfatizando o uso da modelagem matemática com as tecnologias digitais (Google Earth, Youtube, Geogebra, Arduíno e planilhas eletrônicas), e também o produto educacional de Santos (2021) que evidencia atividades de modelagem matemática cujo processo de matematização se alicerça na cultura digital.

Com o foco nos professores do Ensino Fundamental, Fadin (2021) aborda três atividades desenvolvidas por alunos do sexto ano que podem possibilitar o desenvolvimento do pensamento algébrico. Para o *Ensino Médio*, Bastos (2018) apresenta um produto educacional que contempla uma proposta para uso em salas de aula regulares a partir da prática de atividades de modelagem matemática na formação inicial de professores.

Em seu trabalho Marchioro (2018) buscou abordar o conteúdo de funções do primeiro grau pois, como apresentado pela autora a rotina de aprendizado referente a este conteúdo é fundamentado em modelos decorados com apenas reproduções da lousa para o caderno, e a modelagem matemática foi usada como meio de aproximar a Matemática da realidade e oportunizar situações de aprendizagem para que o educando possa refletir e questionar o que está ao seu redor. Para tanto, elaborou-se uma sequência didática, que após aplicada e avaliada foi disponibilizada em um website.

Já no que tange o trabalho de Silva (2018) seu produto visou a aprendizagem significativa, tendo os pressupostos de Moreira (2010) como base, por intermédio de mapas conceituais e pautando-se nas perspectivas de modelagem matemática segundo as concepções de Almeida (2013) e na elaboração de um caderno de atividades que de acordo com Silva (2018, pág. 07) envolvem “procedimentos de decolagem, de pouso, de sustentação e de lançamento horizontal de objeto, proveniente de uma aeronave” que tem como foco o conteúdo de função quadrática, aos estudantes do Ensino Médio.

Na mesma perspectiva de articular planejamento docente e o uso de atividades de modelagem matemática na Educação Básica, Gregório (2019) contempla um material de apoio pedagógico com o encaminhamento de duas atividades de modelagem

matemática, com orientações para alunos e para professores. Com o foco em tarefas de livros didáticos do Ensino Médio, Gois (2019) desenvolveu e apresentou duas atividades de Modelagem Matemática que podem ser encaminhadas a partir de temas que se aproximam do cotidiano dos alunos. Em uma perspectiva inclusiva, as atividades de modelagem matemática aparecem com direcionamento para o trabalho por estudantes surdos em Ribas (2019).

O como encaminhar atividades de modelagem matemática a partir do uso de *software* é apontado por Chulek (2020) que aborda cinco atividades que fazem uso do *software* Geogebra. Diferentes temas emergentes em atividades implementadas com alunos do Anos Iniciais do Ensino Fundamental retornam ao *modus operandi* do Ensino Médio, como por exemplo o uso de experimentação (ROCHA, 2021).

Temas específicos que emergem no Ensino Médio estão associados à Educação Estatística e a Modelagem Matemática, bem como suas articulações nas diferentes etapas do Ensino Médio, seja ele regular, ou na Educação de Jovens e Adultos. Loli (2021), por exemplo, utilizando-se de um guia para o uso da Modelagem Matemática apresenta um passo a passo de como desenvolver atividades de Modelagem Matemática com os pressupostos da Estatística. No contexto da Educação de Jovens e Adultos, Machoski (2019) e de Gomes (2021) apresentam atividades e sugestões de encaminhamentos, para a aplicação

Para além deste escopo, a formação de professores é representada nos produtos educacionais de Mazur (2021) por meio de uma *webquest*⁶ que trata de tarefas de modelagem matemática e de seus usos teóricos; Nunes (2018) também apresenta um curso de formação continuada para uso da Modelagem Matemática na Educação Básica e contemplando atividades de modelagem matemática a partir da familiarização gradativa dos cursistas com atividades dessa natureza.

Em síntese, na etapa do *Ensino Médio* temos as produções de Forteski (2019), Gregorio (2019), Ribas (2019), Gois (2019), Chulek (2020), Rocha (2021), Loli (2021) e Silva (2018) que tem em seus trabalhos a apresentação da modelagem matemática e como usa-la nesta etapa de escolarização, e o desenvolvendo de materiais pedagógicos pautado nos livros didáticos como alternativa para a modelagem matemática, pautando-se também em situações problemas com temas que se aproximaram do cotidiano dos alunos e em alguns trabalhos o usos de tecnologia digitais, como o Geogebra, que se

⁶ De acordo com Junior (2014), *webquest* é uma atividade didática, estruturada de forma que os alunos se envolvem no desenvolvimento de tarefas de investigação, utilizando os recursos da Internet.

tornam um material pedagógico para o uso da modelagem matemática no ensino dos mais variados conteúdos com por exemplo os conteúdos de estatística, função de primeiro grau, função quadrática, dentre outros.

Temos também a formação de professores que são objetivos de pesquisa em muitos trabalhos como foco na aplicação dos produtos ou na construção dos mesmos pensando em como o professor pode utilizá-los em seu contexto escolar, assim destacamos os trabalhos de Lovo (2020), Fadin (2021), Gomes (2018), Ferreira (2021), Coutinho (2020), Rezende (2021), Pfall (2020), Bastos (2018), Mazur (2021) e Nunes (2018), que apresentaram a preocupação com a formação de professores, seja ela de forma continuada, para professores de todos os níveis como da Educação Infantil, passando pelo Ensino Fundamental e o Ensino Médio, ou na formação inicial em nível médio (magistério) ou nível superior.

Diante da análise apresentada a partir dos dados compilados, tratamos na próxima seção as considerações finais e possíveis encaminhamentos futuros.

5 Conclusões

Neste artigo, tivemos como questão inicial investigar *como as atividades de Modelagem Matemática são tratadas nos produtos educacionais sobre Modelagem Matemática nos programas da região Sul do Brasil voltadas para a Educação Básica?* E para isso nos direcionamos a revisão de literatura buscando os produtos educacionais de programas de pós-graduação profissionais elencados na CAPES na região Sul do Brasil.

A revisão permitiu discriminar os 38 trabalhos dentre o universo de 1190 produtos educacionais dos Programas de pós graduação nível de Mestrados e Doutorados Profissionais que em sua maioria foram desenvolvidos como foco na Educação Básica - Educação Infantil, Anos Iniciais do Ensino Fundamental, Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio, em diferentes modalidades.

Dos materiais pedagógicos desenvolvidos, trinta e seis são apresentados em forma de recurso textual, isso atrelado como recurso de formação continuada, ou como materiais de apoio para professores, no sentido de auxiliar na aplicação em sala de aula que abordam diferentes exemplares de atividades no formato de caderno de atividades, livros paradidáticos, entre outros formatos.

Neste panorama, verificamos as diferentes formas de se pensar e utilizar a modelagem matemática no contexto da Educação Matemática, pautado principalmente nas perspectivas de Burak (1992) nas de Almeida e Dias (2004), Almeida, Silva e Vertuan (2016) e Bassanezi (2002). Além das diferentes articulações com outras concepções teóricas como uso de mapas conceituais, os registros de representação semiótica, a articulação as tecnologias digitais como Google Earth, Youtube, GeoGebra, Arduíno, o uso do lúdicos e da sala de aula invertida, bem como a construção de experimentos, entre outros.

A pesquisa aponta para um esforço da produção científica nos mestrados e doutorados profissionais de modo a capacitar professores e implementar atividades de modelagem matemática nas diferentes etapas da Educação Básica, formalizando o compromisso da área com a necessidade de formar por meio da modelagem matemática, bem como da articulação dessa formação com os temas vinculados à Base Nacional Comum Curricular e ao atendimento das prescrições para o ensino e a aprendizagem de matemática na contemporaneidade.

Os argumentos formativos de Bassanezi (2018) aliados com o desenvolvimento de competências, habilidades, criatividade, e sua articulação com o uso de conceitos matemáticos se expressa nas diferentes articulações teóricas e interdisciplinares proporcionadas pelos produtos educacionais produzidos na área de Ensino.

A formação sólida por meio da Modelagem Matemática se mostra, neste cenário, contemplada desde a Educação Infantil, seja por meio de atividades destinadas ao desenvolvimento por alunos, seja intermédio da capacitação docente para tal desenvolvimento em sala de aula.

Diante deste cenário, verificamos as diferentes contribuições da Modelagem Matemática e suas aplicações em variados contextos e suas aplicações nos produtos educacionais, destaca-se também a diferença nas produções entre os estados pesquisados e uso das tecnologias digitais tanto como recurso pedagógico como forma de produção dos produtos educacionais que apesar de difundido nas pesquisas aparecem em poucas produções. Deste modo a pesquisa se abre a compreensão da diversidade de produções bem como a ampliações para novas regiões do Brasil.

Referências

ALMEIDA, L. M. W.; DIAS, M. R. Um estudo sobre o uso da Modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem. **Bolema**, Rio Claro, v. 17, n. 22, p. 19-35, 2004.

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, K. P.; VERTUAN, R. E. **Modelagem Matemática na educação básica**. 1ª ed. São Paulo: Contexto, 2012.

ARAKI, P. H. **Atividades experimentais investigativas em contextos de aulas com modelagem matemática**: uma análise semiótica. 2020. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2020.

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

BASSANEZI, R.C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. 4. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2018.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; SANTOS, C. G. Revisão Sistemática da Literatura de Dissertações Sobre a Metodologia WebQuest. **Revista Educação Online**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 1-35, ago. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Documento de Área. Área 46. Ensino**. Brasília, 2019.

BLUM, W. Quality Teaching of Mathematical Modelling: What Do We Know, What Can We Do?. In: **The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education**. Cham: Springer International Publishing, CHO, S. (Ed), fev. p. 73 – 96, 2015.

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

DAMETO, C. R. **Modelagem Matemática e a BNCC do Ensino Médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Matemática) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

FIGUEIREDO, T. B.; AGUIAR, N. G PALHARINI, B. N. P. S. Modelagem Matemática na Educação Básica: um estudo a partir dos produtos educacionais no estado do Paraná. **Anais ... Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática - EPMEM**. União da Vitória, 2022.

KITCHENHAM, B. A. Procedures for Performing Systematic Reviews. **Tech. Report TR/SE-0401**, Keele University, 2004.

VERTUAN, R. E. **Um olhar sobre a modelagem matemática à luz da teoria dos registros de representação semiótica**. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

Recebido em: 29 de abril de 2023

Aceito em: 21 de junho de 2023