Seção Artigos
2025, Volume 7, e2025010
Páginas 1–20
10.33532/revemop.e2025010

revemop
ISSN 2596-0245

A criticidade em Modelagem na Educação Matemática: Vozes das pesquisas

Criticality in Modeling in Mathematics Education: Voices in Research

Criticidad en la Modelización en la Educación Matemática: Voces desde la investigación

Messias Santos de Morais[1]
Frederico da Silva Reis[2]
Aldo Peres Campos e Lopes[3]

Resumo
Este artigo tem como objetivo identificar as diferentes abordagens e enfoques da criticidade em pesquisas desenvolvidas na área de modelagem em educação matemática no Brasil. Para tanto, realizou-se uma pesquisa do tipo mapeamento no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, e foram selecionadas para análise nove teses acadêmicas, 16 dissertações acadêmicas e 25 dissertações profissionais, publicadas de 2000 a 2022. Em relação às abordagens e enfoques da criticidade, o mapeamento revelou que grande parte dos trabalhos mapeados explicita sua fundamentação na educação matemática crítica proposta por Ole Skovsmose, assim como outros fundamentam-se no desenvolvimento do pensamento crítico de John Dewey. Destacam-se ainda aqueles que ressaltam a importância de manter uma postura crítica ao longo de todo o processo de Modelagem ou, especificamente, em algumas de suas etapas.
Palavras-chave: Modelagem Matemática. Criticidade. Mapeamento de Teses e Dissertações. Educação Matemática.

Abstract
This article aims to identify the different approaches and focuses of criticality in research developed in the area of modeling in mathematics education in Brazil. To this end, we conducted mapping research in the CAPES Catalog of Theses and Dissertations, selecting nine academic theses, 16 academic dissertations, and 25 professional dissertations, published from 2000 to 2022, for analysis. Regarding the approaches and focuses of criticality, the mapping revealed that most of the mapped works explicitly base their foundation on critical mathematics education proposed by Ole Skovsmose, as well as others based on the development of John Dewey's critical thinking, highlighting those that emphasize the importance of maintaining a critical stance throughout the entire Modeling process or, specifically, in some of its stages.
Keywords: Mathematical Modeling. Criticality. Mapping of Theses and Dissertations. Mathematics Education.

Resumen
Este artículo tiene como objetivo identificar los diferentes enfoques y focos de criticidad en las investigaciones desarrolladas en el área de modelización en educación matemática en Brasil. Para ello, realizamos una investigación de tipo mapeo en el Catálogo de Tesis y Disertaciones de la CAPES, seleccionando para su análisis nueve tesis académicas, 16 disertaciones académicas y 25 disertaciones profesionales, publicadas entre 2000 y 2022. Respecto a los enfoques y criticidad, el mapeo reveló que gran parte de los trabajos mapeados basan explícitamente su fundamento en la educación matemática crítica propuesta por Ole Skovsmose, así como otros basadosen el desarrollo del pensamiento crítico de John Dewey, destacándose también aquellos que enfatizan la importancia de mantener una postura crítica a lo largo de todo el proceso de modelización o, específicamente, en algunas de sus etapas.
Palabras clave: Modelización Matemática. Criticidad. Mapeo de Tesis y Disertaciones. Educación Matemática.

[1] Mestre em Educação Matemática pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Professor da Secretaria de Educação da Bahia (SEC-BA), Alagoinhas, Bahia, Brasil. E-mail: messias.morais@hotmail.com.
[2] Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. E-mail: frederico.reis@ufop.edu.br.
[3] Doutor em Matemática pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Itabira, Minas Gerais, Brasil. E-mail: aldolopes@unifei.edu.br.

CC BY
OPEN ACCESS

1. Introdução

A investigação sobre a Modelagem na Educação Matemática vem avançando nos cenários nacional e internacional, com destaque para as pesquisas que apontam as contribuições teóricas e práticas da Modelagem para os processos de ensino e de aprendizagem de Matemática, nos mais variados níveis de ensino e, mais recentemente, para a formação inicial e continuada de professores de Matemática (Rocha; Pinto, 2020; Menezes; Bairral, 2021; Lopes; Pacheco, 2023; Lopes, 2024; Lopes; Reis, 2024).

A Modelagem na Educação Matemática possui concepções / perspectivas distintas, mas que possuem algumas similaridades e podem conversar entre si possibilitando, em maior ou menor medida, leituras do mundo a partir das análises dos resultados obtidos no processo de se "fazer" Modelagem (Klüber; Burak, 2008), por exemplo, chegando-se ou não em modelos matemáticos dos problemas do mundo real investigados.

Inicialmente, muito mais voltada para a Matemática Aplicada, uma concepção de Modelagem Matemática situada no campo educacional proposta por alguns pesquisadores como Rodney Bassanezi (Bassanezi, 2002) e Maria Salett Biembengut (Biembengut; Hein, 2003) conduz / prioriza a obtenção de modelos matemáticos das situações ou problemas modelados como produto final do processo de Modelagem.

Tal concepção pode ser considerada, em alguns aspectos, difícil de ser utilizada na sala de aula da Educação Básica, principalmente, devido à "exigência" da construção de um modelo matemático. No entanto, outros pesquisadores, tais como Dionísio Burak (Burak, 2010) e Jonei Barbosa (Barbosa, 2001) apresentam concepções de Modelagem Matemática que "não exigem um modelo matemático ao final do trabalho", mas buscam valorizar os processos de aprendizagem, num caminho independente da necessidade de construção de modelos, concepções consideradas mais acessíveis a estudantes da Educação Básica que, muitas vezes, não possuem um cabedal tão amplo de conhecimentos matemáticos que os possibilite, ao final do processo, uma construção mais rigorosa de modelos matemáticos.

Ainda podemos destacar uma concepção talvez "diferenciada" do pesquisador Ademir Caldeira (Caldeira, 2009) que concebe a Modelagem Matemática não simplesmente como um "método de ensino e aprendizagem", mas sim como uma concepção da própria Educação Matemática, provavelmente, com base em sua visão da Modelagem como um sistema de aprendizagem no qual os processos de ensino e aprendizagem acontecem por meio de "projetos de ensino" de Matemática.

Entretanto, todas essas concepções de Modelagem na Educação Matemática apontam para a necessidade e o foco em uma aprendizagem com um espectro muito mais significativo e abrangente, ao buscar romper com a forma cartesiana e linear dos currículos atuais, uma vez que o envolvimento dos estudantes na busca das soluções no processo de Modelagem é muito mais efetivo do que nos procedimentos tradicionais da sala de aula de Matemática.

Outro ponto interessante da Modelagem enquanto tendência de pesquisas e práticas da Educação Matemática é que, ao se estudar e pesquisar no processo de busca de soluções para um problema, somos levados a refletir sobre o que podemos inferir dos resultados encontrados, quais são as possíveis interpretações, que mudanças que podem ser propostas, além de outras inferên-

cias a depender do modelo ou da situação pesquisada; ou seja, somos instigados a manter uma "postura crítica" ao longo de todo o processo de Modelagem.

Dessa forma, entendemos que é fundamental nos aprofundarmos nas eventuais abordagens e nos distintos enfoques da criticidade nas diversas concepções de Modelagem na Educação Matemática. Portanto, o objetivo do presente artigo é apresentar um mapeamento de teses e dissertações desenvolvidas na área de Educação Matemática no Brasil que abordem a criticidade na Modelagem Matemática, realizado no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), como detalhamos a seguir.

2. O mapeamento como metodologia de pesquisa

Cabe destacar que, inicialmente, devido aos nossos objetivos para a construção do presente artigo, decidimos não realizar uma pesquisa do tipo estado da arte ou estado do conhecimento, mas uma pesquisa do tipo mapeamento ou mapeamento sistemático, uma vez que, segundo Fiorentini *et al.* (2016, p. 18), o mapeamento da pesquisa diferencia-se do estado da arte da pesquisa, por fazer referência à identificação, à localização e à descrição das pesquisas que são realizadas num determinado tempo, espaço e campo de conhecimento.

Assim, o mapeamento preocupa-se mais com os aspectos descritivos de um campo de estudo do que propriamente com seus resultados, de acordo com o entendimento dos pesquisadores delineados a seguir:

> Em síntese, entenderemos o mapeamento da pesquisa como um processo sistemático de levantamento e descrição de informações acerca das pesquisas produzidas sobre um campo específico de estudo, abrangendo um determinado espaço (lugar) e período de tempo. Essas informações dizem respeito aos aspectos físicos dessa produção (descrevendo onde, quando e quantos estudos foram produzidos ao longo do período e quem foram os autores e participantes dessa produção), bem como aos seus aspectos teórico-metodológicos e temáticos. (Fiorentini ***et al.***, 2016, p. 18).

Ademais, Cavalcanti (2015) contribui para a consolidação do mapeamento como metodologia de pesquisa, apontando possibilidades de "direcionamento" do mapeamento para as dimensões horizontal e vertical. Segundo o pesquisador:

> Os questionamentos "quantos, quem e onde já fizeram algo a respeito" apontariam para um estudo exploratório horizontal, se concentrando mais no relevo observável das produções científicas, isto é, na topologia do território. Já os questionamentos "que avanços foram conseguidos e quais problemas estão em aberto para serem levados adiante" indicariam um estudo vertical, que poderia ter como orientação o que está sob (isto é, os trabalhos já desenvolvidos – indicariam tendências) e o que está sobre (isto é, os trabalhos que podem ser desenvolvidos – indicariam perspectivas) a superfície da literatura científica (Cavalcanti, 2015, p. 219, grifos do autor).

Nessa perspectiva, adotamos um direcionamento que mescla aspectos tanto de um mapeamento horizontal, tais como o número de trabalhos desenvolvidos, a identificação dos seus autores, orientadores e instituições nas quais os trabalhos foram desenvolvidos, dentre outros, como também de um mapeamento vertical, tais como o referencial teórico-bibliográfico utilizado, com destaque para as concepções de Modelagem adotadas e os enfoques da criticidade identificados.

Passaremos, pois, a um detalhamento do mapeamento realizado, buscando explicitar algumas de suas características sistemática, horizontal e vertical.

3. O mapeamento da criticidade em pesquisas de Modelagem na Educação Matemática

O levantamento que caracterizou nosso mapeamento foi feito por meio de uma busca no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Inicialmente, indicamos para busca os seguintes termos: "Modelagem Matemática" and "Criticidade", sendo encontrados apenas 4 trabalhos. Devido ao baixo número de trabalhos encontrados, indicamos para nova busca os seguintes termos: "Modelagem Matemática" and "Crítica", sendo encontrados, então, 128 trabalhos.

A seguir, iniciamos uma análise inicial desses 128 trabalhos, buscando identificar quais deles realmente abordavam a Modelagem numa perspectiva da Educação Matemática (pois alguns, por exemplo, abordavam a Modelagem em diversas áreas da Engenharia, tais como Engenharia de Recursos Hídricos, Engenharia de Produção ou Engenharia Civil, dentre outras), o que se tornou, então, um critério de exclusão desses trabalhos, e quais deles realmente apresentavam um enfoque na criticidade, sob alguma perspectiva teórica, ou apontavam para a sua importância no desenvolvimento do processo de Modelagem e/ou nas conclusões da pesquisa (porquanto, examinamos resumos, palavras-chave, referenciais teórico-bibliográficos e também realizamos buscas por palavras tais como criticidade, crítica, crítico, dentre outras), o que se tornou, então, um critério de inclusão desses trabalhos.

A partir de tal refinamento, selecionamos para uma análise detalhada um total de 50 trabalhos, sendo 9 teses acadêmicas, 16 dissertações acadêmicas e 25 dissertações profissionais, que foram publicadas no período de 2001 a 2022, como passaremos a detalhar de forma agrupada, seguindo certos critérios que caminham, inicialmente, em uma dimensão horizontal e, posteriormente, em uma dimensão vertical.

3.1. As Teses de Doutorado Acadêmico mapeadas

No quadro a seguir, apresentamos as 9 Teses de Doutorado Acadêmico mapeadas, cronologicamente por ano de defesa, destacando: identificação (ID), autor(a), ano de defesa, título, orientador(a) e instituição (utilizando siglas, pois são Instituições de Ensino Superior bastante reconhecidas no meio acadêmico).

Quadro 1: Teses de Doutorado Acadêmico selecionadas

ID	Autor(a)	Ano	Título	Orientador(a)	Instituição
TA1	Jonei Cerqueira Barbosa	2001	Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores	Marcelo de Carvalho Borba	UNESP
TA2	Jussara de Loiola Araújo	2002	Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos	Marcelo de Carvalho Borba	UNESP
TA3	Otávio Roberto Jacobini	2004	A Modelagem Matemática como instrumento de ação política na sala de aula	Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki	UNESP
TA4	Elenilton Vieira Godoy	2011	Currículo, Cultura e Educação Matemática: uma aproximação possível?	Vinício de Macedo Santos	USP

TA5	Carlos Antônio da Silva	2013	Introdução ao conceito de Integral de Funções Polinomiais em um curso de Engenharia de Produção por meio de tarefas fundamentais em princípios da Modelagem Matemática	Benedito Antônio da Silva	PUC-SP
TA6	Claudia de Oliveira Lozada	2014	Direito Ambiental: relações jurídicas modeladas pela Matemática visando uma formação profissional crítica e cidadã dos Bacharelandos em Engenharia Ambiental	Ubiratan D'Ambrosio	USP
TA7	Fabiola de Oliveira Miranda	2015	A inserção da Educação Matemática Crítica na escola pública: aberturas, tensões e potencialidades	Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki	UNESP
TA8	Ilaine da Silva Campos	2018	A divisão do trabalho no ambiente de aprendizagem de Modelagem Matemática segundo a Educação Matemática Crítica	Jussara de Loiola Araújo	UFMG
TA9	Gabriel Mancera Ortiz	2020	Conocer reflexivo en contextos de Modelación Matemática desde una perspectiva socio crítica	Jussara de Loiola Araújo	UFMG

Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos observar que todas as 9 teses acadêmicas mapeadas estão concentradas em instituições localizadas na Região Sudeste, sendo 7 em São Paulo (4 na UNESP, 2 na USP e 1 na PUC-SP) e 2 em Minas Gerais (2 na UFMG).

Dentre os orientadores, destacam-se os pesquisadores Jussara de Loiola Araújo (2 orientações), Marcelo de Carvalho Borba (2 orientações) e Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki (2 orientações).

Um destaque especial cabe à pesquisadora Jussara de Loiola Araújo que, como podemos verificar, apareceu como autora em 2002 e como orientadora em 2018 e 2020, demonstrando que, em alguns casos, novos doutores se tornam potenciais futuros pesquisadores e orientadores, exemplificando um recorte do ciclo acadêmico da pesquisa científica no Brasil e no mundo.

3.2. As Dissertações de Mestrado Acadêmico mapeadas

No quadro a seguir, apresentamos as 16 Dissertações de Mestrado Acadêmico mapeadas, cronologicamente por ano de defesa, destacando: identificação (ID), autor(a), ano de defesa, título, orientador(a) e instituição (também utilizando siglas).

Quadro 2: Dissertações de Mestrado Acadêmico selecionadas

ID	Autor(a)	Ano	Título	Orientador(a)	Instituição
DA1	Marluce Alves dos Santos	2007	A produção de discussões reflexivas em um ambiente de Modelagem Matemática	Jonei Cerqueira Barbosa	UFBA / UEFS
DA2	Maria Helena Garcia Barbosa Herminio	2009	O processo de escolha dos temas dos projetos de Modelagem Matemática	Marcelo de Carvalho Borba	UNESP
DA3	Marcelo de Sousa Oliveira	2010	Interpretação e comunicação em ambientes de aprendizagem gerados pelo processo de Modelagem Matemática	Adilson Oliveira do Espírito Santo	UFPA

DA4	Simone Raquel Casari Machado	2010	Percepções da Modelagem Matemática nos anos iniciais	Ademir Donizeti Caldeira	UFSC
DA5	Cintia da Silva	2011	A perspectiva socio-crítica da Modelagem Matemática e a Aprendizagem Significativa Crítica: possíveis aproximações	Lilian Akemi Kato	UEM
DA6	Denivaldo Pantoja da Silva	2011	Regra de Três: prática escolar de Modelagem Matemática	Renato Borges Guerra	UFPA
DA7	Thiago Branas de Melo	2012	As contribuições do enfoque CTS e da Educação Matemática Crítica para a concepção de não-neutralidade dos modelos matemáticos em atividades no Ensino Médio	Alvaro Chrispino	CEFET-RJ
DA8	Silvana Leonora Lehmkuhl Teres	2014	Em direção à Educação Matemática Crítica: a análise de uma experiência de Modelagem pautada na investigação e no uso da tecnologia	André Luís Alice Raabe	UNIVALI-SC
DA9	Ronero Marcio Cordeiro Domingos	2016	Resolução de Problemas e Modelagem Matemática: uma experiência na formação inicial de professores de Física e Matemática	Roger Rubem Huaman Huanca	UEPB
DA10	Ludmila Iara Andrade Silva	2018	Discussões matemáticas de jovens e adultos em um ambiente de aprendizagem de Modelagem Matemática	Jussara de Loiola Araújo	UFMG
DA11	André Luiz Rocha da Silva	2019	A Modelagem Matemática na Educação como recurso na formação crítica dos alunos no Ensino Fundamental	Márcia Maria Fusaro Pinto	UFRJ
DA12	Lisiane Santos Flores	2019	Educação do Campo e Modelagem Matemática: construção de estufa para a produção de orgânicos na zona rural de São Sebastião do Caí	Alvino Alves Sant`Ana	UFRGS
DA13	Daniel Bonadiman Bertol	2021	Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática Crítica e a Educação do Campo: algumas relações	Amauri Jersi Ceolim	UNESPAR
DA14	Hedy de Paula Paiva	2021	Modelagem Matemática sob a perspectiva da Educação Matemática Crítica na Educação do Campo	Amauri Jersi Ceolim	UNESPAR
DA15	Tainara dos Santos	2021	Atividades de Matemática para os primeiros anos de escolarização na Revista Nova Escola: um olhar com as lentes da Modelagem	Everaldo Silveira	UFSC
DA16	Adrieli Aline Duarte	2022	Práticas de Modelagem Matemática e o despertar para a consciência crítica de estudantes do Ensino Fundamental	Rodolfo Eduardo Vertuan	UNIOESTE-PR

Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos observar que as 16 dissertações acadêmicas mapeadas foram desenvolvidas em instituições localizadas em quase todas as regiões brasileiras, a saber: na Região Sul (8 dissertações), sendo 4 no Paraná (2 na UNESPAR, 1 na UEM e 1 na UNIOESTE-PR), 3 em Santa Catarina (2 na UFSC e 1 na UNIVALI-SC) e 1 no Rio Grande do Sul (1 na UFRGS); na Região Sudeste (4 dissertações), sendo 2 no Rio de Janeiro (1 na UFRJ e 1 no CEFET-RJ), 1 em São Paulo (1 na UNESP) e 1 em Minas Gerais (1 na UFMG); na Região Nordeste (2 dissertações), sendo 1 na Bahia (1 na UFBA / UEFS) e 1 na Paraíba (1 na UEPB); e na Região Norte (2 dissertações), sendo 2 no Pará (2 na UFPA).

Dentre os orientadores, destacam-se os pesquisadores Amauri Jersi Ceolim (2 orientações), além de Jussara de Loiola Araújo (1 orientação) e Marcelo de Carvalho Borba (1 orientação), que já haviam sido destacados como orientadores de teses mapeadas, além de Jonei Cerqueira Barbosa (1 orientação), que apareceu como autor em 2001 e como orientador em 2007, valendo a mesma observação que já havíamos feito anteriormente, em caso semelhante.

Um destaque especial é que, diferentemente das teses acadêmicas mapeadas que foram desenvolvidas apenas em instituições localizadas na Região Sudeste, historicamente, o "berço" dos primeiros Programas de Pós-Graduação no Brasil, tendo a Educação Matemática como área de concentração ou linha de pesquisa, as dissertações acadêmicas mapeadas refletem a expansão de tais programas para, praticamente, todas as regiões / estados brasileiros.

3.3. As Dissertações de Mestrado Profissional mapeadas

No quadro a seguir, apresentamos as 25 Dissertações de Mestrado Profissional mapeadas, cronologicamente por ano de defesa, destacando: identificação (ID), autor(a), ano de defesa, título, orientador(a) e instituição (também utilizando siglas).

Quadro 3: Dissertações de Mestrado Profissional selecionadas

ID	Autor(a)	Ano	Título	Orientador(a)	Instituição
DP1	Edgar Alves da Silva	2007	Introdução do pensamento algébrico para alunos do EJA: uma proposta de ensino	Sandra Maria Pinto Magina	PUC-SP
DP2	Célio Roberto Melillo	2011	Modelagem Matemática no futebol: uma atividade de crítica e criação encaminhada pelo método do caso	Dale Willian Bean	UFOP
DP3	Cássio Luiz Vidigal	2013	Desenvolvendo criticidade e criatividade com estudantes de Geografia por meio de Modelagem	Dale Willian Bean	UFOP
DP4	Neuber Silva Ferreira	2013	Modelagem Matemática e as Tecnologias de Informação e Comunicação como ambiente para abordagem do conceito de função segundo a Educação Matemática Crítica	Regina Helena de Oliveira Lino Franchi	UFOP
DP5	Thiago Troina Melendez	2013	Modelagem Matemática e manutenção de uma propriedade rural autossustentável	Marilaine de Fraga Sant'Ana	UFRGS
DP6	Welligton Marzano Resende	2013	Reflexões sobre modelos socioeconômicos à luz de premissas e pressupostos: o Programa Bolsa Família como ponto de partida	Dale Willian Bean	UFOP
DP7	Laércio Conceição Pedrosa Nogueira	2014	Utilizando a Modelagem Matemática no processo de ensino para a aprendizagem no 9º ano do Ensino Fundamental sob uma perspectiva de Educação Matemática Sócio-Construtivista-Interacionista	Frederico da Silva Reis	UFOP
DP8	Denilson Gomes Campos	2015	O desenvolvimento de posturas críticas nos estudantes do 9º ano do ensino fundamental por meio da Modelagem Matemática	Regina Helena de Oliveira Lino Franchi	UFOP
DP9	Fernando Carvalho Grimaldi	2015	A Modelagem Matemática na merenda escolar nos anos finais do Ensino Fundamental	Eline das Flores Victer	UNIGRANRIO
DP10	Camila Maria Dias Pagung	2016	Construção do conceito de Função em um ambiente de Modelagem Matemática: estudo da renda de uma associação de reciclagem de resíduos sólidos	Oscar Luiz Teixeira de Rezende	IFES

DP11	Jéssica Adriane de Mello	2016	A Modelagem Matemática na perspectiva Sócio-Crítica: uma experiência em um curso de costureiras	Marilaine de Fraga Sant'Ana	UFRGS
DP12	Joelma de Fátima Rodrigues Batista Freitas	2016	Modelagem Matemática no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA): entendendo as suas dimensões crítica e reflexiva a partir de um estudo de caso	Daniel Clark Orey	UFOP
DP13	Jonisario Littig	2016	Modelagem Matemática e o conhecimento reflexivo: um estudo a partir da captação da água da chuva	Luciano Lessa Lorenzoni	IFES
DP14	Everton Murilo da Vitoria Olario	2017	O desenvolvimento de uma atividade de Modelagem Matemática em um Ambiente Virtual de Aprendizagem baseado no modelo de cooperação investigativa	Oscar Luiz Teixeira de Rezende	IFES
DP15	Janaina Marquez	2017	Modelagem na Educação Matemática com vistas à autonomia	Marilaine de Fraga Sant'Ana	UFRGS
DP16	Rogério Braga Soares	2018	Modelagem Matemática como um ambiente de aprendizagem para o desenvolvimento das competências em Modelagem Matemática de um grupo de estudantes ao transformar uma brincadeira em uma prática esportiva	Daniel Clark Orey	UFOP
DP17	Silvana Cocco Dalvi	2018	A Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica e os registros de representação semiótica a formação do conceito de número racional	Oscar Luiz Teixeira de Rezende	IFES
DP18	Suzana Beatriz Kotovicz Moreira	2018	Educação Matemática e Educação Ambiental Crítica: questões socioambientais analisadas por alunos da Educação Básica	Regina Helena Munhoz	UDESC
DP19	Wasley Antonio Ronchetti	2018	Os registros de representação semiótica na aprendizagem das grandezas massa e comprimento por meio de uma atividade de Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica	Oscar Luiz Teixeira de Rezende	IFES
DP20	Caliane da Rocha Silva	2019	Matemática Socio-Crítica: Paulo Freire e o encontro com a Modelagem Matemática na Educação de Jovens e Adultos	Érica Valéria Alves	UNEB
DP21	Edyenis Rodrigues Frango	2019	As contribuições de um curso de formação em Modelagem Matemática para o desenvolvimento de um guia formativo na perspectiva dos professores participantes	Marco Aurélio Kistemann Junior	UFJF
DP22	Laísa Cominotti Rossim Dalvi	2019	Modelagem Matemática como alternativa para o ensino de geometria no Curso Técnico em Agropecuária	Poliana Daré Zampirolli Pires	IFES
DP23	Rafael Machado da Silva	2019	Atividades de Modelagem Matemática com estudantes em vulnerabilidade social: uma análise à luz da Educação Matemática Crítica	Karina Alessandra Pessoa da Silva	UTFPR
DP24	Aldo Peres Campos e Lopes	2020	Uma experiência de Modelagem Matemática no ensino remoto de Equações Diferenciais para cursos de Engenharia	Frederico da Silva Reis	UFOP
DP25	Sebastião Aparecido de Araújo	2020	Utilizando a dimensão sociocrítica da Modelagem Matemática no ensino de Equações Diferenciais para o curso de Licenciatura em Matemática	Frederico da Silva Reis	UFOP

Fonte: Dados da pesquisa.

Podemos observar que as 25 dissertações profissionais mapeadas foram desenvolvidas em instituições localizadas em 3 regiões brasileiras, a saber: na Região Sudeste (19 dissertações), sendo 11 em Minas Gerais (10 na UFOP e 1 na UFJF), 6 no Espírito Santo (6 no IFES), 1 no Rio de Janeiro (1 na UNIGRANRIO) e 1 em São Paulo (1 na PUC-SP); na Região Sul (5 dissertações), sendo 3 no Rio Grande do Sul (3 na UFRGS), 1 no Paraná (1 na UTFPR) e 1 em Santa Catarina (1 na UDESC); e na Região Nordeste (1 dissertação), sendo 1 na Bahia (1 na UNEB).

Dentre os orientadores, destacam-se os pesquisadores Oscar Luiz Teixeira de Rezende (4 orientações), Dale William Bean (3 orientações), Frederico da Silva Reis (3 orientações), Marilaine de Fraga Sant'Ana (3 orientações), Daniel Clark Orey (2 orientações) e Regina Helena de Oliveira Lino Franchi (2 orientações).

Um destaque especial é que o expressivo número de dissertações profissionais mapeadas reflete a expansão dos Programas de Pós-Graduação na modalidade profissional no Brasil, particularmente, aqueles que tem a Educação Matemática ou Ensino de Matemática como área de concentração, especialmente, no Século XXI.

4. As concepções de Modelagem na Educação Matemática nos trabalhos mapeados

Caminhando para uma dimensão vertical em nosso mapeamento, destacamos, a seguir, os principais pesquisadores que embasaram / constituíram o referencial teórico-bibliográficos dos 50 trabalhos mapeados, com foco nas concepções de Modelagem adotadas e nos enfoques da criticidade identificados.

Outrossim, a partir de agora, apresentamos tais trabalhos categorizando-os por sua identificação (ID) como teses acadêmicas, dissertações acadêmicas ou dissertações profissionais, pois entendemos que tal categorização é mais adequada para melhor detalharmos e contextualizarmos as informações exploradas no "relevo observável das produções científicas" mapeadas (Cavalcanti, 2015).

Em relação às concepções de Modelagem adotadas, destacamos os principais pesquisadores que embasaram / constituíram o referencial teórico-bibliográfico dos 50 trabalhos mapeados. Observamos, entretanto, que alguns trabalhos possuem mais de um pesquisador em seu referencial, porquanto, nesses casos, fizemos uma escolha por associá-los àquele pesquisador ou àquela concepção de Modelagem que julgamos ter sido preponderante no desenvolvimento da pesquisa e, principalmente, na análise e nas conclusões apresentadas ao final do trabalho.

Jonei Barbosa, com sua concepção / perspectiva sociocrítica da Modelagem na Educação Matemática (Kaiser; Sriraman, 2006), serve de referência para 30 dos 50 trabalhos mapeados (60 %), dentre teses e dissertações, incluindo aqueles que tem mais de um referencial teórico de Modelagem. Considerando que, dentre os 50 trabalhos mapeados, ele orientou apenas uma Dissertação Acadêmica (DA1) que, como esperado, tem como referencial teórico sua própria concepção de Modelagem, podemos inferir que tal concepção foi muito bem aceita na comunidade acadêmica da Educação Matemática e bastante utilizada para embasar teórico-metodologicamente pesquisas em Modelagem. A concepção sociocrítica de Barbosa (2006) apresenta a Modelagem como um ambiente de aprendizagem em que os estudantes são convidados a investigar, por meio da Matemática,

situações com referência na realidade, e não se pauta por procedimentos, etapas ou ciclos, ainda que faça referência a "casos" de Modelagem, mantendo-se aberta para que os estudantes aceitem o convite que lhes é feito para trabalharem com Modelagem de uma situação real, na qual eles tenham interesse em investigar. Assim, epistemologicamente, essa concepção aberta e bem própria das ciências humanas, "convida" os estudantes a pesquisarem sobre algo do seu interesse, que pode estar relacionado à Matemática ou não, o que pode oportunizar um leque de discussões críticas, em sala de aula. O convite é aceito com a atitude de envolvimento dos estudantes, escolhendo um tema, desenvolvendo pesquisas e questões, buscando empreender a Modelagem, de acordo com os passos que eles entenderem ser necessários. Justamente por não lhes ser exigido a construção de um modelo, que não é descartado, também é possível usar essa concepção de Modelagem desde a Educação Básica ao Ensino Superior, como foi possível perceber ao analisarmos os trabalhos mapeados. Em nosso mapeamento, foi possível verificar que a concepção sociocrítica da Modelagem, fundamentada por meio de diversos trabalhos científicos de Jonei Barbosa, é utilizada em trabalhos cujas pesquisas foram desenvolvidas em todos os níveis de ensino: 2 nos anos iniciais do Ensino Fundamental (DA16, DP19), 6 nos anos finais do Ensino Fundamental (DA1, DA3, DA11, DA12, DP8, DP17), 10 no Ensino Médio, sendo 6 no Ensino Médio Regular (TA9, DA13, DP4, DP13, DP15, DP16), 1 no Ensino Médio Técnico (TA8) e 3 no Ensino Médio na modalidade EJA (DA10, DP1, DP20), 2 na Educação Básica de forma geral (TA4, TA7), 1 no Ensino Profissionalizante (DP11), 4 no Ensino Superior, sendo 3 em cursos presenciais (TA1, DA2, DA5) e 1 em um curso na modalidade EAD (DP12), além de 2 em cursos de formação de professores de Matemática (DA6, DP21) e 1 em um ambiente não escolar (DP10) e, ainda, 2 na forma de análise documental (DA14, DA15).

Outra concepção de Modelagem na Educação Matemática que se mostra presente referenciando 6 dos 50 trabalhos mapeados (12 %), incluindo os trabalhos que tem mais de um referencial teórico, é a concepção de Dionísio Burak, que apresenta a Modelagem como uma metodologia de ensino constituída por um conjunto de procedimentos objetivando construir um paralelo para tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer predições e a tomar decisões (Burak, 2010). Embora ele mesmo não apareça como orientador de nenhum desses trabalhos mapeados, fato que mostra que sua concepção também é muito bem aceita e difundida na comunidade acadêmica da Educação Matemática. Em sua concepção, baseada numa visão de que a Educação Matemática em sua natureza deve considerar não somente a Matemática, mas também a Psicologia, a Sociologia e a Filosofia, Burak (Burak; Klüber, 2008) descreve o processo de Modelagem em 5 etapas e 2 princípios, que são sempre partir do interesse de estudante e a coleta de dados deve se dar sempre que possível, no local onde se concentra o interesse, destacando que as etapas, por não serem rígidas, não são propriamente sequenciais da forma em que aparecem em seus trabalhos, mas que devem ser orientadas pelo interesse do estudante ou do grupo e pelas necessidades do nível de ensino, não exigindo a formulação de um modelo matemático. Desta forma, tal concepção de Modelagem na Educação Matemática também se mostra aberta epistemologicamente e relacionada às Ciências Sociais e Humanas, proporcionando sua utilização como referência de pesquisas desenvolvidas em todos os níveis de ensino. Como a Educação Básica é o principal nível proposto para a utilização dessa concepção, destacamos que 5 trabalhos foram produzidos nesse nível de ensino, sendo 2 nos anos iniciais do Ensino Fundamental (DA4, DA8), 2 nos anos finais do Ensino Fundamental (DP7, DP9), 1 no Ensino Médio Regular (DP22), além de 1 no

Ensino Superior (DP25), cuja pesquisa foi desenvolvida com estudantes de um curso de Licenciatura em Matemática.

Como o pesquisador Rodney Bassanezi é considerado um dos precursores da Modelagem Matemática no Brasil, já esperávamos que sua concepção / perspectiva educacional de Modelagem na Educação Matemática, advinda de uma perspectiva realística (Kaiser; Sriraman, 2006), não deixaria de aparecer como referencial teórico-bibliográfico, como assim pudemos verificar em 5 dos 50 trabalhos (10 %). Bassanezi (2002) descreve a Modelagem Matemática como um processo dinâmico utilizado para obtenção e validação de modelos matemáticos, concebendo-a como a "arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos", objetivando, então, resolver tais problemas e interpretar suas soluções utilizando a linguagem do mundo real". No processo de Modelagem a partir dessa concepção, ganha papel central a obtenção, elaboração e validação do modelo, concebido por Rodney Bassanezi como "um conjunto de símbolos e relações matemáticas" que, em alguma medida, podem representar e explicar o objeto de estudo. Nessa concepção, que aponta para a importância de aplicar a Matemática para compreender fenômenos do mundo real apresenta uma sequência de etapas que devem ser seguidas numa atividade de Modelagem, sendo imprescindível o entendimento dos procedimentos e dos processos que estão envolvidos, assim como a construção do modelo. Essas etapas, que são adaptadas da Matemática Aplicada para a realização do processo de Modelagem na Educação Matemática servem como "pano de fundo ou motivação" para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos e, assim, tem como objetivo desenvolver a competência matemática no contexto da Modelagem para construir um novo conhecimento, visando à aprendizagem do estudante e a formação de um indivíduo crítico e ativo no seu contexto social. Devido às características de tal concepção de Modelagem, os trabalhos mapeados estão mais concentrados no Ensino Superior mas também mapeamos trabalhos desenvolvidos com estudantes do Ensino Médio: 3 no Ensino Superior, sendo 2 com estudantes de cursos de Engenharia (TA6, DP24) e 1 com estudantes de cursos de Licenciatura em Matemática e Licenciatura em Física (DA9) e 2 no Ensino Médio, sendo 1 no Ensino Médio Regular (DA7) e 1 no Ensino Médio Técnico (DP5).

Outra concepção de Modelagem na Educação Matemática presente em nosso mapeamento, como assim pudemos verificar em 2 dos 50 trabalhos (4 %), é apresentada por Maria Salett Biembengut, também considerada uma importante pesquisadora em Modelagem, trazendo em seus trabalhos, uma forte influência do seu orientador, Rodney Bassanezi. Nessa concepção, que também podemos classificar como concepção / perspectiva educacional de Modelagem na Educação Matemática (Kaiser; Sriraman, 2006), Biembengut (Biembengut; Hein, 2003) concebe a Modelagem como uma estratégia usada para se chegar ao modelo matemático, revelando também a importância da obtenção do modelo no processo de Modelagem com o qual, dessa forma, objetiva-se ensinar conhecimentos acadêmicos que sejam úteis para que as pessoas possam atuar no meio em que vivem. Uma faceta dessa concepção de Modelagem é considerá-la como um "processo artístico" pois, ao se elaborar um modelo, é necessário um vasto conhecimento de Matemática para saber discernir que conteúdos matemáticos melhor se adaptam ao problema e, também, uma dose significativa de intuição e criatividade para se interpretar o contexto no qual as variáveis estão envolvidas. Assim, sendo o modelo visto como indispensável, o processo de Modelagem pode ser sucintamente descrito em 3 etapas, a saber interação, matematização e modelo matemático, numa espécie de adaptação de um processo próprio das Ciências Naturais para a sala de aula, como metodologia de

ensino, a fim de que os estudantes aprendam conteúdos matemáticos e, simultaneamente, a realizar pesquisas. Tal concepção de Modelagem Matemática foi mapeada em trabalhos com pesquisas realizadas não somente no Ensino Superior, mas também na Educação Básica: 1 no Ensino Superior, com estudantes de cursos de Engenharia (TA5) e 1 no Ensino Fundamental (DP19).

Já o pesquisador Dale Bean, falecido em 2016, referencia teoricamente 3 dos 50 trabalhos mapeados (6 %), concebendo a Modelagem como uma atividade de conceituação criativa que remete aos objetivos, conhecimentos e valores do modelador (Bean, 2009). Em sua concepção, ele determina alguns passos na atividade de Modelagem que são: interação com o problema, adoção de premissas, formulação de pressupostos, criação do modelo e avaliação do modelo. Na atividade de modelagem de uma situação problemática, para satisfazer às necessidades, aspirações e interesses do indivíduo ou de uma comunidade, a interação do indivíduo com o mundo se dá orientada pelos seus pressupostos, valores, crenças, conceitos, premissas e hipóteses, que determinarão como problematizar a situação, acentuando ou desprezando aspectos da situação a ser estudada, criando o que ele chama de "isolado" (Bean, 2009). Partindo desse isolado, o modelador é levado a ajustar um modelo vigente, e fazer uma aplicação de outro ou construir um novo modelo de acordo com as premissas e pressupostos adotados. A partir de então, é feita a avaliação do modelo ajustado, aplicado ou criado para verificar se ele atende aos objetivos e interesses do modelador. Caso o modelo não esteja adequado, retoma-se uma nova interação com a situação problemática até que o modelo satisfaça aos objetivos e interesses do modelador. Essa concepção de Modelagem na Educação Matemática está presente em 3 trabalhos mapeados, sendo que 2 retratam pesquisas realizadas no Ensino Superior, em cursos de Licenciatura em Matemática e em Geografia (DP2, DP3) e 1 no Ensino Médio (DP6).

A pesquisadora Lourdes Almeida aparece como principal referencial teórico-bibliográfico de 2 dos 50 trabalhos mapeados (4 %). Em sua concepção, ela entende a Modelagem Matemática na Educação como uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação-problema não essencialmente matemática (Almeida; Brito, 2005), que se dá em quatro etapas: inteiração; matematização; resolução; interpretação e validação. Também é destacada como de suma importância a produção de um relatório para comunicação dos encaminhamentos e resultados com argumentação convincente para os modeladores e outros, a quem será apresentado o modelo proposto, sobre a validade do modelo alcançado que implica em um conjunto de ações como a busca de informações, a identificação e seleção de variáveis, a elaboração de hipóteses, a simplificação, a obtenção de uma representação matemática (modelo matemático), a resolução do problema por meio de procedimentos adequados e a análise da solução que implica numa validação, identificando a sua aceitabilidade ou não. Em seus trabalhos, ela foca fortemente sobre a obtenção do modelo, dando a entender que é algo essencial e não dispensável, mas que pode se apresentar na forma algébrica, geométrica ou gráfica. . Essa concepção de Modelagem na Educação Matemática está presente em 2 trabalhos mapeados, ambos relacionados à Educação Básica, sendo 1 no Ensino Médio (DP14) e 1 que apresenta uma pesquisa com estudantes de 15 a 17 anos em situação de vulnerabilidade social (DP23).

Por fim, abordaremos ainda duas concepções que advém das próprias teses doutorais dos pesquisadores e, que, portanto, mapeamos como referências teóricas para 2 dos 50 trabalhos mapeados (4 %).

Jussara Araújo, em sua tese doutoral (TA2), apresenta sua concepção de Modelagem na Educação Matemática fundamentada na Educação Matemática Crítica e a define como uma "abordagem, por meio da Matemática", de um problema não-matemático da realidade ou mesmo de situações da realidade tidas como não-matemáticas, que devem ser escolhida pelos estudantes, sempre reunidos em grupos, de tal maneira que as questões da Educação Matemática Crítica sirvam como embasamento para o desenvolvimento do trabalho em sala de aula. O objetivo é promover a formação política e a participação crítica dos estudantes / cidadãos na sociedade, discutindo questões políticas, econômicas, ambientais, nas quais a Matemática serve como suporte tecnológico e, assim, levá-los a poder criticar a própria Matemática, os modelos matemáticos e o seu uso na sociedade. Em nosso mapeamento, notamos que tal concepção foi sendo delineada pela pesquisadora na pesquisa propulsora de sua tese, realizada no Ensino Superior, em um curso de Engenharia Química.

Por sua vez, Otávio Jacobini, em sua tese doutoral (TA3), apresenta sua concepção de Modelagem Matemática bastante influenciada pela Educação Crítica e Educação Matemática. No trabalho com Modelagem, ele considera as "possibilidades políticas como reflexões" que podem ser identificadas com questionamentos, críticas, ações e transformações, sendo que tais reflexões podem estar relacionadas com a formação e o amadurecimento dos estudantes, tanto como acadêmicos como cidadãos, com as investigações e com as discussões, matemáticas ou não, e ainda com as transformações ocorridas em seu pensamento e em sua maneira de agir. Ele também entende o modelo matemático como uma "representação de alguma situação relacionada com o mundo real" e, para se obter tal representação, utiliza-se uma linguagem matemática. Em nosso mapeamento, notamos que tal concepção foi sendo delineada pelo pesquisador na pesquisa propulsora de sua tese, realizada no Ensino Superior, com estudantes de Licenciatura em Matemática e de Engenharia de Computação.

5. As abordagens e enfoques da criticidade nos trabalhos mapeados

Continuando com a perspectiva de uma dimensão vertical em nosso mapeamento, destacamos, a seguir, as principais abordagens e enfoques da criticidade identificados a partir dos pesquisadores que embasaram / constituíram o referencial teórico-bibliográfico dos 50 trabalhos mapeados.

Para alcançarmos nosso objetivo de apresentar um mapeamento de teses e dissertações desenvolvidas na área de Educação Matemática no Brasil que abordem a criticidade na Modelagem Matemática, reafirmamos nosso entendimento de que é fundamental nos aprofundarmos nas eventuais abordagens e nos distintos enfoques da criticidade nas diversas concepções de Modelagem na Educação Matemática, porquanto, buscamos assim fazê-lo, a partir de agora, no conjunto de todos os trabalhos mapeados sem, entretanto, apresentá-los por meio de sua identificação (ID) como teses acadêmicas, dissertações acadêmicas ou dissertações profissionais, pois entendemos que tal categorização foi mais adequada quando focamos as concepções de Modelagem adotadas. Outrossim, agora que nosso olhar se volta para os diversos enfoques da criticidade identificados nos trabalhos mapeados, buscamos relacionar tais enfoques às concepções anteriormente apresentadas, de forma geral, justificando assim, a não necessidade de, novamente, associar os trabalhos mapeados a uma determinada concepção.

Dessa forma, em relação às principais abordagens e enfoques da criticidade identificados, buscamos não somente destacar as principais teorias / autores que embasaram / constituíram os referenciais teórico-bibliográficos dos 50 trabalhos mapeados, mas também relacionar a criticidade com as diversas etapas de Modelagem, como propostas pelos pesquisadores anteriormente apresentados por meio de suas concepções. Observamos, novamente, que alguns trabalhos mapeados possuem mais de um pesquisador em seu referencial em relação às concepções de Modelagem adotadas e, ainda, alguns outros não explicitam uma "teoria / autor" para definir criticidade, porquanto, nesses casos, buscamos atrelar seu enfoque de criticidade aos pesquisadores nos quais seus referenciais teóricos foram embasados.

Inicialmente, mapeamos que os trabalhos que utilizaram as concepções de Modelagem de Jonei Barbosa, Jussara Araújo e Otávio Jacobini, de forma geral, apresentaram como uma "base teórica de criticidade" os pressupostos da Educação Matemática Crítica, que também tem fundamentos na Educação Crítica ou Pedagogia Crítica de Paulo Freire.

A Educação Crítica de Freire apresenta características marcantes como: a reflexão crítica sobre a prática, imprescindível na relação teoria / prática; o educador democrático reforça a capacidade crítica dos seus educandos, levando-os a construírem e reconstruírem o saber, percebendo a relação que este tem com o que ocorre ao seu redor, cultural, social e economicamente. Para Freire (2009), ensinar não é apenas "transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua produção ou a sua construção". O pesquisador fala sobre respeitar a autonomia e a identidade do educando, sobre a dialogicidade verdadeira num processo de democratização no qual, tanto o educador quanto o educando são importantes na relação docência–discência na qual, tanto o professor quanto o estudante têm papéis decisivos e decisórios desde o planejamento até a avaliação, por exemplo. Nesse bojo entram também o respeito ao professor, à sua dignidade como pessoa, como profissional, cultural e economicamente, tendo este a possibilidade de sempre reavaliar-se como um ser cultural, histórico, inacabado e consciente do inacabamento; sempre em busca de melhorar e mudar a realidade em prol do humano, não aceitando o determinismo, mas, de forma rebelde, numa posição mais radical e crítica revolucionariamente, opondo-se a ele. Sobre a tecnologia, ele afirma "não a divinizar e nem a demonizar", mas olhá-la e espreitá-la criticamente, curiosamente. Por fim, a Educação Crítica de Freire se mostra como uma educação política e ideológica.

Com base, mas não unicamente, em tais ideias, a Educação Matemática Crítica de Ole Skovsmose propõe algumas teses principais, tais como: o poder formatador da Matemática na sociedade está moldando e influenciando decisões tomadas com base em resultados ou modelos matemáticos; o uso do conhecimento matemático e do conhecimento tecnológico na realização de alguma tarefa ou atividade deve ser avaliado pelo conhecimento reflexivo quanto ao processo, possibilidades e consequências do que se desenvolve. A ideologia da certeza apresentada em Skovsmose (2008) discute a perfeição, generalidade e pureza da Matemática quanto ao interesse social, político e ideológico, bem como discute a relevância e confiabilidade da Matemática, fazendo uma crítica à concepção de que ela é aplicável em todas as áreas, a problemas sem fim, gerando os melhores resultados e os mais confiáveis. O pesquisador, valendo-se do conhecimento reflexivo e crítico contesta, denuncia e desafia a ideologia da certeza da Matemática, ao propor que educadores críticos mostrem que os conhecimentos matemáticos são um entre muitos e que, portanto, os modelos obtidos para uma determinada situação não são únicos e podem ser modificados. Novas

abordagens filosóficas da Matemática, a incorporação de trabalhos com projetos e o envolvimento dos estudantes na escolha de problemas para a modelagem são algumas alternativas sugeridas, bem como um currículo de Matemática crítica que mostre as possibilidades e os limites dessa ciência e a dimensão política da ideologia da certeza (Lopes, 2023).

Já os trabalhos mapeados embasados na concepção de Modelagem de Dionísio Burak seguem etapas propostas pelo pesquisador que, de modo geral, defende a importância de se manter uma postura crítica ao longo de todo o processo de Modelagem.

Especificamente, uma das etapas propostas pelo pesquisador é a análise crítica das soluções, entretanto, como exemplo, é possível observar em um dos trabalhos mapeados (DA4) que o "senso crítico" se deu em todas as etapas. O tema pesquisado foi a merenda escolar, tema de interesse direto dos estudantes. Inicialmente, eles deveriam trabalhar em grupos para representar, por meio de ilustrações, os alimentos presentes na merenda escolar. Como atividades da pesquisa exploratória, planejou-se que os estudantes entrevistassem nutricionistas na sua respectiva Secretaria de Educação e visitassem a cozinha, para evidenciar as dimensões sociais, políticas, econômicas e culturais imbricadas ao tema. No levantamento dos problemas, o objetivo foi organizar os dados a fim de lhes atribuir significado e sentido lógico, também em relação ao repasse dos valores destinados à compra da merenda escolar. Na resolução dos problemas, eles calcularam a diferença entre a quantidade de gramas do ingrediente mais comum e do mais raro presente no cardápio, e calcularam as quantidades necessárias diariamente de proteínas e quilocalorias, comparando-as com os dados fornecidos pela nutricionista do município, a fim de avaliar se estavam dentro das especificações do Ministério da Educação. Por fim, a análise crítica das soluções se deu por meio de uma exposição no refeitório da escola. Assim, percebe-se a criticidade envolvida em todas as etapas do processo de Modelagem, destacando que a atividade de planejamento levou os educadores a se colocarem no lugar dos educandos, vivenciando exatamente o lado oposto do processo educativo, num processo denominado de simetria invertida.

Semelhante característica do enfoque de criticidade pode ser percebida nos trabalhos mapeados embasados nos ciclos de Modelagem de Lourdes Almeida, pois a criticidade permeia tais ciclos no processo de Modelagem.

Como exemplo, apresentamos um trabalho mapeado (DP 14) no qual se planeja e executa uma atividade de Modelagem por meio do Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle, sobre os hábitos cotidianos de consumo da água em litros durante o banho. Na atividade, na 1ª semana, os estudantes anotaram o tempo gasto durante o banho por 3 dias seguidos e compararam esses tempos, realizando críticas e ponderações sobre qual seria o tempo ideal para um banho. Na 2ª semana, verificaram a quantidade de água gasta em um banho, a quantidade de água gasta durante um determinado tempo e calcularam o custo em reais de cada banho, questionando-se: "quanto vale o meu banho?". Na 3ª semana, discutiram e construíram coletivamente um texto a respeito da utilização da água e de como gerar hábitos mais racionais e conscientes. Pode-se perceber que, ao longo de todo o processo, as discussões críticas coletivas permearam todas as atividades desenvolvidas.

De modo geral, os trabalhos mapeados que utilizaram as concepções de Modelagem de Rodney Bassanezi e Maria Salett Biembengut destacam a criticidade na aprendizagem dos conteúdos matemáticos e, assim, apontam para a importância de se desenvolver a competência matemá-

tica no contexto da Modelagem para construir um novo conhecimento, visando à aprendizagem dos estudantes e a formação de indivíduos críticos e ativos no seu contexto social.

Como exemplo, apresentamos um trabalho mapeado (DP24) que utilizou os pressupostos de Modelagem de Bassanezi, com foco na perspectiva educacional de Biembengut, sendo possível notar uma forte carga de Matemática aplicada justamente por ser uma pesquisa realizada em uma disciplina de Equações Diferenciais Ordinárias para cursos de Engenharia. Observamos que as discussões feitas pelos alunos e retratadas nas falas do professor-pesquisador não carregam explicitamente uma interpretação crítica, porém mesmo que as questões e questionamentos propostos pelo professor-pesquisador tenham sido mais de cunho matemático e específico da disciplina, ele sempre propunha uma análise crítica das situações, ao final da obtenção dos modelos e, por meio de tais análises, os alunos puderam expressar suas reflexões e discussões a respeito do que foi produzido, proporcionando ao professor-pesquisador a elaboração de uma categoria de análise relacionada à contribuição das atividades de Modelagem para a criticidade necessária aos futuros profissionais da Engenharia.

Por fim, os trabalhos mapeados que utilizaram a concepção de Modelagem de Dale Bean apresentaram, de forma sucinta, o enfoque do desenvolvimento do pensamento crítico de John Dewey que, com seus pares, fundou o "pragmatismo americano", perspectiva filosófica pautada na premissa de que "o homem não é essencialmente teórico ou pensante, mas sim um ser prático de vontade e de ação", construindo conhecimento a partir da investigação inteligente desenvolvida no processo da experiência à reflexão metódica.

Dewey (1979), entendendo que o Estado deveria garantir uma estrutura que proporcionasse educação para todos, propõe um método de Educação tendo como base a experiência reflexiva e o interesse do estudante para a resolução de problemas elencados não só por professores. Para Dewey (1979, p. 83), "a Educação era uma reconstrução ou reorganização da experiência, que esclarece e aumenta o sentido desta e também, a nossa aptidão para dirigirmos o curso das experiências subsequentes". Assim, o homem deveria pensar de forma metódica e planejada para conhecer a si e o mundo que o cerca exercendo pensamento científico crítico e reflexivo. Ele conceituou o pensamento como "o esforço intencional para descobrir as relações específicas entre uma coisa que fazemos e a consequência que resulta, de modo a haver continuidade entre ambas", afinal, "pensar equivale a patentear, a tornar explícito o elemento inteligível de nossa experiência" (Dewey 1979, p. 159), de modo a orientar, enriquecer e dar direção às ações humanas e, portanto, a Educação deveria relacionar o conteúdo curricular com o meio físico e com a esfera das relações sociais, de modo a expandir a inteligência, a iniciativa e a cooperação, levando a transformação da sociedade para que seja mais justa e igualitária.

6. Considerações Finais

Nas considerações iniciais do presente artigo, destacamos que a Modelagem enquanto tendência de pesquisas e práticas da Educação Matemática é uma metodologia que abre espaço para indagações, interpretações e proposições, sendo assim um terreno fértil para a manutenção de uma "postura crítica" ao longo de todo o processo de Modelagem. Nessa perspectiva, propuse-

mo-nos a investigar as eventuais abordagens e os distintos enfoques da criticidade nas diversas concepções de Modelagem na Educação Matemática.

O mapeamento de teses e dissertações que envolvem a Modelagem na Educação Matemática desenvolvidas na área de Educação Matemática no Brasil relacionando criticidade e Modelagem Matemática, aqui realizado, revelou que existe um grande número de pesquisadores que atuam como orientadores de pesquisas acadêmicas relacionadas à Modelagem na Educação Matemática, em diversas Instituições de Ensino Superior localizadas nos mais variados estados e regiões brasileiras.

Em relação às concepções de Modelagem adotadas, concluímos que os principais pesquisadores que embasaram / constituíram o referencial teórico-bibliográfico dos trabalhos mapeados foram Jonei Barbosa, Dionísio Burak, Rodney Bassanezi, Dale Bean, Maria Salett Biembengut e Lourdes Almeida, ainda que, como já observamos, praticamente todos os trabalhos trazem, em maior ou menor medida, as ideias centrais das concepções de diversos pesquisadores, até mesmo como forma de enriquecer seu referencial.

Já em relação às principais abordagens e enfoques da criticidade identificados, concluímos que os trabalhos mapeados que utilizam a concepção de Jonei Barbosa, em sua maioria, explicitam sua fundamentação na Educação Matemática Crítica proposta por Ole Skovsmose, assim como aqueles que utilizam a concepção de Dale Bean explicitam sua fundamentação no desenvolvimento do pensamento crítico de John Dewey. Por sua vez, os trabalhos mapeados nas concepções de Dionísio Burak ou Lourdes Almeida ressaltam a importância de se manter uma postura crítica ao longo de todo o processo de Modelagem, enquanto aqueles que utilizam as concepções de Rodney Bassanezi ou Maria Salett Biembengut ressaltam a criticidade na aprendizagem dos conteúdos matemáticos, coadunando com sua perspectiva educacional de Modelagem Matemática.

Portanto, concluímos que, independentemente da concepção de Modelagem na Educação Matemática adotada, os trabalhos aqui mapeados demonstram a existência de uma relação direta e fundamental entre a concepção e prática de Modelagem e a criticidade ao longo ou em etapas do processo, o que aponta para a necessidade de realização de mais pesquisas acadêmicas que investiguem as possibilidades e potencialidades dessa relação.

7. Referências

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; BRITO, Dirceu dos Santos. O conceito de Função em situações de Modelagem. **Zetetiké**, Campinas, v. 13, n. 23, p. 63-83, 2005.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática**: concepções e experiências de futuros professores. 2001. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Mathematical Modelling in Classroom: a socio-critical and discursive perspective. **ZDM**, Cham, v. 38, n. 3, p. 293-301, 2006.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**: uma nova estratégia. São Paulo: Contexto, 2002.

BEAN, Dale. Modelagem: uma conceituação criativa da realidade. In: IV Encontro de Educação Matemática de Ouro Preto, 2009, Ouro Preto. **Anais** do IV EEMOP. Ouro Preto: UFOP, 2009, p. 90-104.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2003.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem na Educação Matemática**, Blumenau, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.

BURAK, Dionísio; KLÜBER, Tiago Emanuel. Educação Matemática: contribuições para a compreensão da sua natureza. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 10, n. 2, p. 93-106, 2008.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem Matemática: um outro olhar. **Alexandria**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 33-54, 2009.

CAVALCANTI, José Dilson Beserra. **A noção de relação ao saber**: História e Epistemologia, panorama do contexto francófano e mapeamento de sua utilização na literatura científica brasileira. 2015. 428 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

DEWEY, John. **Democracia e Educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1979.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa**.** São Paulo: Paz e Terra, 2009.

FIORENTINI, Dario; GRANDO, Regina Célia; MISKULIN, Rosana Giaretta Sguerra; CRECCI, Vanessa Moreira; LIMA, Rosana Catarina Rodrigues de; COSTA, Marina Carravero. O professor que ensina matemática como campo de estudo: concepção do projeto de pesquisa. In: FIORENTINI, Dario; PASSOS, Carmem Lúcia Brancaglion; LIMA, Rosana Catarina Rodrigues de (Orgs.). **Mapeamento da pesquisa acadêmica brasileira sobre o professor que ensina matemática**: período 2001 – 2012. Campinas: UNICAMP, 2016, p. 17-41.

KAISER, Gabriele; SRIRAMAN, Bharath. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **ZDM**, Cham, v. 38, n. 3, p. 302-310, 2006.

KLÜBER, Tiago Emanuel; BURAK, Dionísio. Concepções de Modelagem Matemática: contribuições teóricas. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 17-34, 2008.

LOPES, Aldo Peres Campos. Contrapondo a ideologia da certeza por meio do conhecimento reflexivo na Modelagem Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 37, n. 77, p. 936-957, 2023.

LOPES, Aldo Peres Campos. Formação de professores e a Modelagem Matemática na perspectiva crítica: um panorama de teses e dissertações brasileiras. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 6, n. 2, p. 121-149, 2024.

LOPES, Aldo Peres Campos; PACHECO, João Vítor Pena. Panorama das Pesquisas Brasileiras em Modelagem Matemática no Ensino Superior pela Perspectiva da Educação Matemática Crítica. **Alexandria**, Florianópolis, v. 16, n. 2, p. 181-212, 2023.

LOPES, Aldo Peres Campos; REIS, Frederico da Silva. Teaching Modeling via Google Meet: a new perspective on Mathematics. **Zetetiké**, Campinas, v. 31, n. 1, p. 1-16, 2024.

MENEZES, Rhômulo Oliveira; BAIRRAL, Marcelo Almeida. Um mapeamento de pesquisas sobre atividades de Modelagem Matemática desenvolvidas de forma *online*. **Revemop**, Ouro Preto, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2021.

ROCHA, André Luiz; PINTO, Marcia Maria Fusaro. A Modelagem Matemática na educação como recurso na formação crítica dos alunos no Ensino Fundamental. **Revemop**, Ouro Preto, v. 2, n. 1, p. 1-28, 2020.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação Matemática Crítica**: a questão da democracia. Campinas: Papirus, 2008.

Apêndice – Detalhes Editoriais

Histórico
Submetido: 18 de fevereiro de 2025.
Aprovado: 15 de julho de 2025.
Publicado: 30 de setembro de 2025.

Como citar – ABNT
MORAIS, Messias Santos de; REIS, Frederico da Silva; LOPES, Aldo Peres Campos e. A criticidade em Modelagem na Educação Matemática: Vozes das pesquisas. **REVEMOP**, Ouro Petro/MG, Brasil, v. 7, e2025010, 2025. https://doi.org/10.33532/revemop.e2025010

Como citar – APA
Morais, M. S. de., Reis, F. da S., & Lopes, A. P. C. e. (2025). A criticidade em Modelagem na Educação Matemática: Vozes das pesquisas. *REVEMOP*, *7*, e2025010. https://doi.org/10.33532/revemop.e2025010

Financiamento
Não se aplica

Conflito de Interesse
Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmica, políticae financeira referente a este artigo.

Contribuição dos Autores
Resumo/Abstract/Resumen: Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Introdução ou Considerações iniciais:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Referencial teórico:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Metodologia:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Análise de dados:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Discussão dos resultados:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Conclusão ou Considerações finais:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Referências:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Revisão do manuscrito:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes; **Aprovação da versão final publicada:** Messias Santos de Morais, Frederico da Silva Reis, Aldo Peres Campos e Lopes.

CRediT - Taxonomia de Papéis de Colaborador - https://credit.niso.org/.

Disponibilidade de Dados
Os dados desta pesquisa não foram publicados em Repositório de Dados, mas os autores se comprometem a socializá-los caso o leitor tenha interesse.

Direitos Autorais
Os direitos autorais são mantidos pelos autores, os quais concedem à **Revemop** os direitos exclusivos de primeira publicação. Os autores não serão remunerados pela publicação de trabalhos neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicado nesta revista (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial nesta revista. Os editores da **Revemop** têm o direito de realizar ajustes textuais e de adequação às normas da publicação.

Open Access
Este artigo é de acesso aberto (***Open Access***) e sem cobrança de taxas de submissão ou processamento de artigos dos autores (***Article Processing Charges – APCs***). O acesso aberto é um amplo movimento internacional que busca conceder acesso online gratuito e aberto a informações acadêmicas, como publicações e dados. Uma publicação é definida como 'acesso aberto' quando não existem barreiras financeiras, legais ou técnicas para acessá-la - ou seja, quando qualquer pessoa pode ler, baixar, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar ou usá-la na educação ou de qualquer outra forma dentro dos acordos legais.

Licença de Uso
Este artigo é licenciado sob a Licença **Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0)**. Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o artigo em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial nesta revista.

Verificação de Similaridade
Este artigo foi submetido a uma verificação de similaridade utilizando o software de detecção de texto **iThenticate** da Turnitin, através do serviço ***Similarity Check*** da Crossref.

Processo de Avaliação
Revisão por pares duplo-cega (***Double blind peer review***).

Avaliadores
Dois pareceristas *ad hoc* avaliaram este artigo e não autorizaram a divulgação dos seus nomes

Editor Chefe
Prof. Dr. Douglas da Silva Tinti
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Minas Gerais, Brasil

Editores Associados
Prof. Dr. Edmilson Minoru Torisul
Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Minas Gerais, Brasil

Prof. Dr. José Fernandes da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), Campus São João Evangelista, Minas Gerais, Brasil