

# FORMAÇÃO DE PROFESSORES E A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA CRÍTICA: UM PANORAMA DE TESES E DISSERTAÇÕES BRASILEIRAS

Aldo Peres Campos e Lopes<sup>1</sup>

## *Resumo*

Apresentamos um panorama das produções científicas relativas à formação de professores e à modelagem matemática na perspectiva da educação matemática crítica. Nesta pesquisa foi adotada uma abordagem qualitativa, seguindo os aspectos de uma investigação do estado da arte no campo da educação matemática. A coleta de dados foi feita no banco de teses e dissertações da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), abrangendo produções publicadas até o ano de 2020. Destacamos os objetivos almejados, as concepções de modelagem matemática e as perspectivas críticas adotadas e as conclusões obtidas. A análise dos 21 trabalhos selecionados evidenciou que a modelagem matemática é uma alternativa metodológica que pode trazer interesse, colaborar para a criatividade e promover uma atitude positiva em relação à matemática. Ademais, pode desenvolver competências críticas. Por outro lado, poucos desses trabalhos focaram na implementação da modelagem e em analisar o desenvolvimento da reflexão crítica.

*Palavras-chave:* Educação matemática crítica; formação de professor; modelagem matemática; revisão sistemática.

Recebido em: 22/12/2022; Aceito em: 26/11/2023

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v6i2.14214>

ISSN: 2595-7376

---

<sup>1</sup> Professor de Matemática da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), doutor em Matemática pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e mestre em Educação Matemática pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). E-mail: [aldolopes@unifei.edu.br](mailto:aldolopes@unifei.edu.br), Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4046-0840>

## Introdução

Situações adversas, como a pandemia de Covid-19, iniciada em 2020, demandam uma literacia matemática, tendo em vista que a mídia utiliza termos matemáticos, gráficos e simulações para informar a evolução da situação e a urgência de determinadas ações, como a efetivação de uma quarentena, o isolamento social e o uso de máscaras. Consequentemente, emergem questões sociais, políticas e econômicas, o que evidencia a relevância e a demanda de uma educação matemática voltada para a reflexão crítica (ENGELBRENTCH *et al.*, 2020; STEPHAN *et al.*, 2021; SKOVSMOSE, 2021). Resultados de modelos matemáticos direcionam as ações e as decisões dos governos.

Diante desse cenário, a modelagem matemática (MM) é uma opção como um método ativo de ensino e aprendizagem. Consequentemente, de acordo com Freire (1974, p. 48), “*como método educativo ativo ajuda a pessoa a tomar consciência do seu contexto e da sua condição de ser humano como sujeito*”. Para uma pedagogia crítica, é indispensável auxiliar o educando a olhar criticamente não somente para si mesmo, mas também para a sociedade ao redor e para o mundo, de forma a escolher e expressar a sua identidade. Em outras palavras, para que ela vigore, a capacidade de pensar e agir criticamente é essencial (FREIRE, 1974).

A MM pode ser utilizada como uma estratégia de ensino e aprendizagem. Nessa direção, Niss e Blum (2020) justificam o uso dessa metodologia, pois ela pode favorecer a aprendizagem, fornecer uma aplicação prática do conteúdo e desenvolver habilidades, como o pensamento crítico. Uma discussão de um problema em uma tarefa de MM pode levar a uma compreensão mais crítica da situação/fenômeno em análise (STEPHAN *et al.*, 2021).

Segundo a revisão de Mutti e Klüber (2021), ainda é uma região de



inquérito, no âmbito da Educação Matemática, a formação de professores e a adoção da modelagem matemática. É o professor que irá aproximar a MM da escola e decidir sobre seu uso. Assim, é importante averiguar os passos que têm sido dados para sua utilização na formação de professores. Similarmente, na revisão realizada por Jolandek e Kato (2021) estes autores concluíram que há a necessidade de se voltar a atenção para a formação de professores, considerando a MM como facilitadora do aprendizado e do desenvolvimento de competências. Uma importante competência, que ainda carece de mais estudos na área de Educação de Ciência e Matemática, é o pensamento crítico (Costa *et al.*, 2021).

Assim, nesse contexto de modelagem e educação matemática crítica realizamos nossa revisão sistemática. O levantamento bibliográfico que apresentamos foi elaborado com o propósito de investigar, no campo da Educação Matemática, o uso da MM na formação de professores, tendo em vista a educação matemática crítica. O intuito foi o de responder à seguinte pergunta: quais as principais características das pesquisas que utilizaram a modelagem matemática no viés da educação matemática crítica na formação de professores? Para entendermos melhor os caminhos ainda não percorridos, utilizamos de outras perguntas auxiliares. Assim, nos questionamos o que revelam essas pesquisas em relação a:

- Dados iniciais (como regiões abrangidas; quais professores foram envolvidos e outros);
- Objetivos de pesquisa;
- Perspectivas de modelagem matemática;
- Perspectivas críticas;
- Conclusões obtidas.

Dessa forma, nos direcionamos para a pergunta inicial de uma forma mais precisa e detalhada.

## Perspectiva teórica: da modelagem à criticidade

Como um meio para desenvolver habilidades de aplicar o conteúdo matemático aprendido em problemas reais, temos a modelagem matemática (ou modelagem, para simplificar). A ampliação da importância da MM foi evidenciado por pesquisas recentes (HERNANDEZ-MARTINEZ; VOS, 2018; ALMEIDA, 2018). Apesar da ocorrência de algumas dificuldades para sua aplicação, a utilização dessa metodologia tem sido promissora, especialmente quando se expande o debate com o fim de refletir a utilização da modelagem segundo aquele que a adota, o professor (MUTTI; KLÜBER, 2021). Há várias concepções de MM no território brasileiro. O artigo de Klüber e Burak (2008) destacou alguns os autores: Ademir Donizeti Caldeira, Dionísio Burak, Jonei Cerqueira Barbosa e Maria Salett Biembengut. As concepções de Burak, Barbosa e Caldeira estão fundamentadas em teorias de aprendizagem e em visões antropológicas e sociais, o que traz repercussões da MM na esfera de ensino e aprendizagem da matemática (KLÜBER; BURAK, 2008). Por outro lado, Biembengut não adota uma teoria de ensino e aprendizagem, o que leva a focar na matemática e suas estruturas (KLÜBER; BURAK, 2008). Um outro autor importante é Rodney Carlos Bassanezi, que começou a utilizar a MM como uma ferramenta/metodologia no campo das aplicações da matemática, contrastando com o ensino tradicional (KLÜBER, 2013). Bassanezi, Biembengut e Burak orientaram os primeiros pesquisadores nacionais em MM e fundamentam a maneira de se entender e conceber a modelagem no país (KLÜBER, 2013). Por fim, podemos citar Jussara de Loiola de Araújo, que menciona que a principal característica da MM do Brasil é a influência de estudos socioculturais, resultando na perspectiva sociocrítica, uma perspectiva muito forte no país (ARAÚJO, 2010).

Ademais, por meio da Modelagem é possível desenvolver diversas

competências (KAISER; BRAND, 2015), como a criticidade. Para esse fim, um dos aspectos iniciais é o incentivo do professor para que o estudante pense criticamente a respeito de sua matemática (ARAÚJO, 2010). Diversas pesquisas trabalhos têm adotado o olhar da educação matemática crítica (EMC) em tarefa de modelagem (ARAÚJO, 2010). Uma característica que aproxima a modelagem da EMC é pelo motivo de que, reiteradamente, não existe solução única para o problema em estudo. Ademais, há inúmeros modos de se obter uma solução. Esse fato põe a Matemática como um campo que tem interferência humana, e, por isso, pode ser questionada (BORBA; SKOVSMOSE, 1997; BORBA, 2001). Uma das etapas mais importantes da modelagem que se guia pelos princípios da EMC é a análise crítica das soluções, pois se destaca a criticidade, ou seja, há uma reflexão do que foi obtido e um debate a respeito da viabilidade e adequação da solução (LOPES, 2023a, 2023b). Com isso, ações podem ser estabelecidas, o que pode desenvolver a participação cidadã do estudante, em prol da transformação da sociedade (ARAÚJO, 2010; KLUBER; BURAK, 2008).

## Metodologia

Utilizamos o banco de dados virtual de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), que pode ser acessado pelo site <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses> (acesso em 5 nov. 2022). Tendo em vista os objetivos traçados para esta pesquisa, no campo de busca, colocamos os seguintes descritores: “educação matemática crítica” AND “modelagem matemática” resultando em 716 trabalhos. Entretanto, para não desviar do foco da pesquisa, utilizamos algumas filtragens, por meio de recursos do banco de dados. Assim sendo, selecionamos no campo “área de avaliação” os seguintes itens: “educação”, “ensino”, “educação de adultos” e “ensino de ciências e

matemática". Com isso, um total de 108 trabalhos constituiu a base de seleção inicial, tendo o critério de exclusão adotado sido o de excluir aqueles que não abordaram a formação de professores. Para isso, realizamos uma leitura dos resumos. Em alguns casos, realizamos a leitura do início da metodologia dessas teses e dissertações, quando os sujeitos de pesquisa não estavam especificados no resumo. Desse total de 108 obras encontradas, seis se tratava de revisão sistemática da literatura, porém, apenas duas delas focalizaram a formação de professores (que incluímos em nossa revisão), enquanto as demais investigaram aspectos relativos à modelagem matemática, mesmo que alguns dos textos analisados contivessem a formação de professores e, por isso, não incluímos essas outras quatro revisões sistemáticas para nossa análise. Dos outros 102 textos, identificamos que 83 não abordaram a formação de professores, pois focaram no Ensino Médio (21 teses/dissertações) ou no Ensino Fundamental (25 teses/dissertações) e, à vista disso, entram no nosso processo de exclusão. Por outro lado, observamos que 37 abordaram o Ensino Superior. Porém, uma leitura da parte metodológica nos mostrou que a maior parte dos sujeitos de pesquisa eram de engenharias. Por conseguinte, 19 teses e dissertações trataram da formação de professores e dois fizeram uma revisão sistemática sobre esse tema, conforme já mencionado. Dessa forma, 21 trabalhos passaram a constituir acervo selecionado, conforme consta nas referências bibliográficas. A seleção desses trabalhos foi realizada em outubro de 2021.

Em seguida, fizemos uma análise horizontal. Segundo Cavalcanti (2015), questionamentos envolvendo quantos/quem/onde indicam um estudo exploratório horizontal, harmonizando com o primeiro enfoque de Biembengut (2003), isto é, classificar e organizar os documentos com o fim de encontrar padrões, relações gerais. Um mapeamento, de acordo com Biembengut (2003), é um “*princípio metodológico de pesquisa*” visando à

*“compreensão da estrutura e dos entes nela inseridos”* (p. 2). Posteriormente, realizamos um mapeamento vertical de caráter exploratório-analítico para continuar com as análises (CAVALCANTI, 2015), ou seja, passamos a averiguar os avanços que foram conseguidos e quais são os problemas deixados em aberto nos trabalhos analisados.

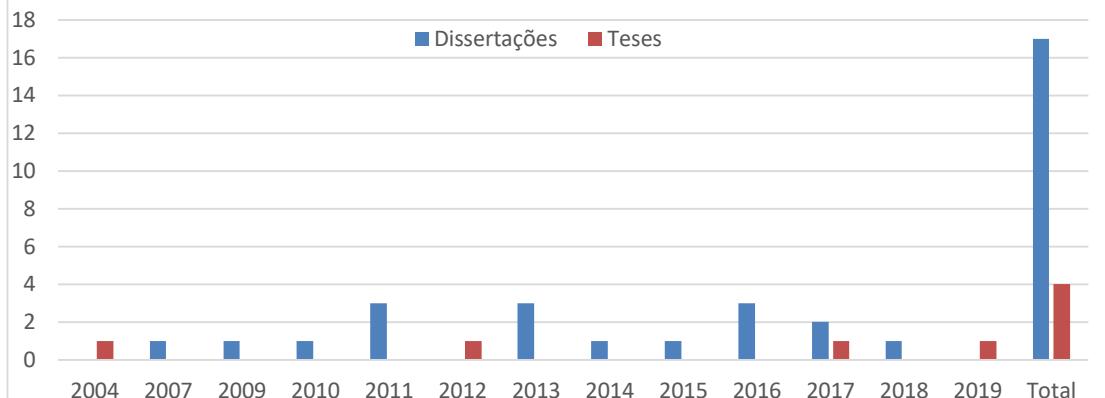
## Resultados

### Análise inicial dos dados

Notamos uma prevalência de trabalhos realizados nas regiões sul e sudeste, num total de 16 (cerca de 76%). No que se refere aos estados, quase a metade, 43% (ou 9) foi realizada nos estados de São Paulo e Paraná juntos. Os demais estados envolvidos foram Bahia, Paraíba e Santa Catarina com um trabalho em cada; Rio Grande do Sul, com dois; Pará, com três e Minas Gerais, com quatro (veja as Figuras 1 e 2).

Figura 1: Período abrangido das teses e dissertações analisadas

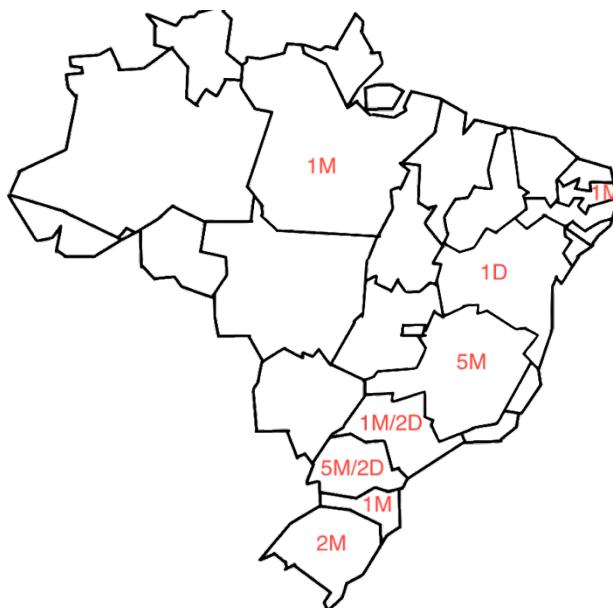
Período abrangido dos trabalhos analisados



Fonte: elaborado pelo autor, 2022

Adicionalmente, houve mais dissertações de mestrado do que teses de doutorado (16 dissertações e cinco teses) e, dentre as dissertações, seis são de programas de mestrado profissional (veja Figuras 1 e 2).

Figura 2: Regiões abrangidas das obras selecionadas



Fonte: elaborado pelos autores, 2022

Dentre as obras analisadas, notamos que em duas foi realizada revisão sistemática da literatura (LUNA, 2012; SILVEIRA, 2007). Silveira (2007) examinou teses e dissertações que contribuíram com a formação de professores, que foram defendidas entre os anos de 1976 até o final de 2005. e a tese de Luna (2012) foi mista, no sentido de que analisou textos referentes à formação continuada e realizou um estudo empírico, tendo como sujeitos professores da Educação Básica. Consequentemente, exceto por uma dissertação (SILVEIRA, 2007), os demais trabalhos envolveram sujeitos – professores ou futuros professores. Alguns abrangeram a formação inicial de professores de Física (DOMINGOS, 2016), de Biologia

(HERMINIO, 2009), de Geografia (VIDIGAL, 2013) e muitos a formação inicial de professores de Matemática (BRAZ, 2014; BRAZ, 2017; DOMINGOS, 2016; FERREIRA, 2019; FREITAS, 2016; JACOBINI, 2014; MARTINS, 2017; MELILLO, 2011; RANGEL, 2011, SILVA, 2011, SILVA, 2013). Também, alguns abrangeram a formação continuada de professores do Ensino Básico (ABIB, 2016; BELLEI, 2018; CARARO, 2017; GOULART, 2015; LUNA, 2012; MACHADO, 2010; ROSA, 2013). Dois trabalhos (JACOBINI, 2004; SILVA, 2013) envolveram outros sujeitos. Em sua tese, Jacobini (2014) também realizou atividades de modelagem matemática com alunos cursando engenharia da computação e Silva (2013) também incluiu alunos do curso de engenharia civil e de um curso superior de tecnologia em processos químicos na sua dissertação.

Todas as obras que examinamos realizara análise qualitativa. Silveira (2007) também observou essa tendência nas pesquisas no campo da educação matemática, ao realizar uma revisão sistemática.

Após a análise inicial, realizamos leitura de outras partes dos textos a fim de avançar nas análises e definimos quatro eixos de análise, determinadas anteriormente, que foram: 1) objetivos pretendidos, 2) perspectiva de modelagem adotada, 3) perspectiva crítica empregado e 4) conclusões obtidas (para a MM e criticidade). Diversos trabalhos, especialmente as teses, apresentaram mais de um objetivo e, consequentemente, empregaram mais de uma perspectiva teórica, acarretando conclusões sobre diversos aspectos. Por conseguinte, algumas teses e dissertações estarão em mais de um item nos eixos definidos.

## Objetivos pretendidos

Foi possível notar que o propósito da maioria das pesquisas analisadas se conecta com a prática pedagógica na sala de aula e, essa forma, classificamos os objetivos em quatro grupos que foram:

1. Uso da MM como uma alternativa/estratégia pedagógica;
2. Investigar o uso de recursos tecnológicos na MM;
3. Analisar as discussões (críticas ou não);
4. Desenvolvimento de competências e habilidades.

Para o primeiro item, 16 trabalhos foram selecionados (ABIB, 2016; BELLEI, 2018; BRAZ, 2014; BRAZ 2017; CARARO, 2017; FERREIRA, 2019; GOULART, 2015; HERMINIO, 2009; LUNA, 2012; MACHADO, 2010; MARTINS, 2017; RANGEL, 2011; ROSA, 2013; SILVA, 2011; SILVA, 2013; SILVEIRA, 2007). Tais obras empregaram modelagens com temáticas da realidade, no intuito de motivar e estimular a aprendizagem do conteúdo abordado, auxiliando o estudante a construir seu próprio conhecimento, indo na contramão de um procedimento mecanizado do conteúdo. Colocamos também nesse primeiro item a dissertação de Bellei (2018), cujo foco da investigação foi estudar as estratégias que têm sido utilizadas pela gestão escolar no intuito de empregar a MM como uma alternativa pedagógica em sala de aula. A fim de atingir esse objetivo, professores foram entrevistados. Por outro lado, a finalidade de Herminio (2009) foi investigar as dimensões envolvidas no processo de escolha de temas para projetos de MM. Já Silva (2013), na sua dissertação, buscou identificar e caracterizar elementos de matematização no decorrer da construção de um modelo na esfera teórica da educação matemática realística. Não obstante, Abib (2016), Cararo (2017) e Machado (2010) analisaram as percepções de professoras do Ensino Fundamental a respeito das implicações do uso da MM para a prática pedagógica. Igualmente, em uma revisão sistemática, Silveira (2007) examinou de que forma os professores compreendem a MM no campo da Educação Matemática. Por outro lado, Martins (2017) teve como meta explorar as percepções de alunos quanto à MM. Similarmente, Abib (2016), Braz (2014, 2017), Luna (2012), Martins (2017), Rangel (2011), Rosa (2013) e Goulart (2015) analisaram as contribuições do uso

de atividades (ou projetos) de MM para a formação (seja inicial ou continuada) de professores de Matemática. Finalmente, Silva (2011) investigou as implicações para a MM do uso dessa metodologia na formação de professores.

Já as duas pesquisas que inserimos no segundo item (CARARO, 2017; FREITAS, 2016) utilizaram recursos tecnológicos como uma importante ferramenta (e, às vezes, indispensável) no processo de ensino-aprendizagem envolvido em uma MM. Por outro lado, Freitas (2016) averiguou como um ambiente virtual de aprendizagem propicia o desenvolvimento da reflexão crítica. De acordo com essa autora, os meios para a aprendizagem podem ser modificados e podem ser realizados com auxílio da internet, entretanto, alguns trabalhos não foram realizados com o objetivo de investigar o uso da tecnologia, mas a utilizaram na condução das modelagens realizadas. Esse foi o caso de Braz (2017), Domingos (2016), Martins (2017) e Melillo (2011).

No item (3) incluímos a tese de Rosa (2013) e as dissertações de Freitas (2016), Melillo (2011) e Vidigal (2013). Em sua dissertação, Vidigal (2013) deixou claro o propósito de analisar como a MM pode beneficiar o desenvolvimento tanto da criticidade quanto da criatividade dos estudantes. Igualmente, Melillo (2011) focou nas discussões críticas de alunos, enquanto Rosa (2013) analisou de que modo o uso da MM pode auxiliar na reflexão do professor.

No item (4) colocamos as dissertações de Domingos (2016), que examinou a manifestação de habilidades e atitudes para com a matemática ao utilizar a MM em um curso de extensão de Equações Diferenciais Ordinárias e a de Vidigal (2013), que analisou as contribuições da MM para o desenvolvimento da criatividade.

## Perspectivas de Modelagem Matemáticas adotadas

Presumivelmente, a MM sustenta a parte prática dos trabalhos. Todavia, em alguns, outra teoria é utilizada, a fim de aprofundar o entendimento do objeto em análise. Dessa forma, para uma melhor compreensão, realizamos uma leitura tanto da parte teórica quanto da parte empírica dos textos em análise, o que possibilitou que eles fossem agrupados segundo as concepções de modelagem dos trabalhos, tendo em vista as suas abordagens. Os grupos foram os seguintes:

1. Alternativa pedagógica ou estratégia de ensino e aprendizagem.
2. Perspectiva social/critica.
3. Não adota uma perspectiva específica de MM.

A MM pode ser vista como uma alternativa pedagógica ou como uma estratégia de ensino a fim de desenvolver e aprimorar habilidades/competências por meio da produção de um modelo, tendo como base um problema retirado do mundo real. A produção de um modelo percorre algumas fases. O início ocorre com a discussão do problema extraído da realidade. Em seguida, as principais variáveis são determinadas e o problema é equacionado. Depois, a equação obtida é resolvida e os gráficos relacionados são esboçados. Por fim, há a validação e a interpretação do modelo produzido. Alguns autores denominam esse percurso das fases como ciclo de modelagem, pois, caso o modelo obtido não se adeque, o processo é repetido desde o início. A elaboração das tarefas de modelagem pode ser simplificada para enfatizar certos objetos matemáticos. Pesquisas que concebem a MM como uma alternativa pedagógica ou estratégica de ensino focam na utilização da matemática, em questões relativas ao ensino e ao currículo (CARVALHO, 2019).

De acordo com Canedo Jr e Kistemann Jr (2014), as primeiras práticas com MM surgiram da Matemática Aplicada. No Brasil, os

primeiros professores e pesquisadores que fizeram uso dessa metodologia se empenharam em introduzir uma aplicação da Matemática nas salas de aula, como foi o caso de Rodnei Carlos Bassanezi (KLÜBER, 2013). Com o passar dos anos, outras concepções de modelagem surgiram no território nacional. Por exemplo, Maria Salett Biembengut entende a modelagem como um método de ensino, da mesma maneira que Lourdes Maria Werle de Almeida. Segundo Jonei Cerqueira Barbosa, a MM é um ambiente de ensino e aprendizagem e, dessa forma, a concebe na ótica sociocrítica (CARVALHO, 2019). A perspectiva sociocrítica visa desenvolver habilidades e competências de MM no intuito de tomar decisões na sociedade. Com esse objetivo, um cenário relevante é utilizado e as tarefas de MM são retiradas de um contexto social e, adicionalmente, é dada uma atenção a determinados conceitos matemáticos. O cerne dos estudos nessa concepção é fazer uso da matemática a fim de compreender de forma crítica a sociedade (ABASSIAN *et al.*, 2021).

No primeiro agrupamento desta seção inserimos nove trabalhos (ABIB, 2016; BRAZ, 2014; CARARO, 2017; FERREIRA, 2019; GOULART, 2015; RANGEL, 2011; ROSA, 2013; SILVA, 2011; SILVA, 2013), todavia, alguns deles não explicitaram a perspectiva de MM adotada (CARARO, 2017; FERREIRA, 2019; SILVA, 2011). Com isso, a leitura da perspectiva teórica e, especialmente, da parte metodológica nos esclareceu a perspectiva utilizada. As razões para o uso da MM oscilaram entre uma alternativa metodológica e uma ocasião para apresentar aplicações da Matemática em um contexto real. Notamos que alguns dos autores incluídos nesse primeiro agrupamento identificaram os autores das concepções de MM utilizada e, assim, foi possível determinar que três deles usaram a concepção de MM de Rodney C. Bassanezi (FERREIRA, 2019; RANGEL, 2011; SILVA, 2011). A perspectiva de MM concebida por Maria S. Biembengut foi empregada em uma dissertação (ABIB, 2016) e dois

utilizaram a concepção de Lourdes M. W. de Almeida (ROSA, 2013; SILVA, 2013). Outra dissertação se baseou nas ideias de Jonei C. Barbosa para um ambiente de ensino e aprendizado (BRAZ, 2014). Em contrapartida, alguns trabalhos não identificaram autores para caracterizar a MM aplicada. As autoras Cararo (2017) e Goulart (2015) conceberam a MM como uma alternativa (ou estratégia) pedagógica e Cararo (2017) apresentou várias perspectivas aos sujeitos da pesquisa, ficando a cargo destes a escolha de alguma específica.

No segundo item, incluímos sete trabalhos, dos quais três empregaram uma perspectiva social (MELILLO, 2011; MACHADO, 2011; VIDIGAL, 2013). Tais trabalhos não empregaram, necessariamente, um olhar crítico na perspectiva de MM. Tanto Melillo (2011) quanto Vidigal (2013) se basearam em Dale Bean, um pesquisador que se fundamenta nas ideias de educação progressista do educador John Dewey para elaborar uma concepção humanista da MM que abrange a noção de premissas e pressupostos (CANEDO JR; KISTEMANN JR, 2014). Machado (2011), por sua vez, adotou uma perspectiva que visa “*pensar as relações sociais e os conhecimentos matemáticos de forma democrática e participativa*”. Em contrapartida, os outros quatro utilizaram a concepção sociocrítica (DOMINGOS, 2016; FREITAS, 2016; LUNA, 2013; JACOBINI, 2004), respaldando-se, essencialmente, em autores como Jonei C. Barbosa e Ole Skovsmose. Entretanto, Domingos (2016) utilizou a perspectiva sociocrítica de MM de forma indireta, tendo em vista que a intenção foi utilizar a metodologia de resolução de problemas no ambiente da modelagem sob o viés sociocrítico.

No terceiro item desta seção, colocamos cinco trabalhos (BELLEI, 2018; BRAZ, 2017; HERMINIO, 2009; MARTINS, 2017; SILVEIRA, 2007). A razão da não utilização de uma perspectiva específica de MM não foi a mesma. No caso de Silveira (2007), foi realizada uma revisão sistemática

da literatura e, com isso, averiguar o que havia sido produzido até o momento, mas não utilizar, ou mesmo propor, alguma concepção de modelagem. Em contrapartida, Braz (2017), Bellei (2018) e Martins (2017) apresentaram diversas perspectivas de MM existentes aos sujeitos envolvidos e deixaram a cargo deles a escolha de alguma concepção. Por outro lado, como o objetivo de Herminio (2009) foi estudar a escolha de temas de modelagem, por conseguinte, não utilizou uma concepção específica de MM.

Confrontando a divisão dessa seção com outras pesquisas recentes, percebemos que ela está consonância com tais pesquisas, sejam elas em nível nacional (CARVALHO, 2019) ou, mesmo, internacional (ABASSIAN *et al.*, 2020). Logo, podemos dizer que as pesquisas brasileiras estão em harmonia com a produção mundial dessa temática.

### Perspectivas críticas adotadas

Elaboramos as seguintes classificações para a perspectiva crítica:

1. Embasamento pela Educação Matemática Crítica;
2. Adoção de uma perspectiva crítica distinta da Educação Matemática Crítica;
3. Não emprego de uma perspectiva crítica de forma teórica.

Observamos que, em seis trabalhos foram utilizadas das ideias da EMC para fundamentar os aspectos críticos (BRAZ, 2017; DOMINGOS, 2016; FREITAS, 2016; JACOBINI, 2004; HERMINIO, 2009; SILVA, 2011). Aqueles que empregaram a perspectiva sociocrítica para a MM adotaram, em sua maioria, uma visão crítica no viés da EMC e se fundamentaram, principalmente, nas ideias desenvolvidas por Ole Skovsmose. Por exemplo, Herminio (2009) se baseou nesse autor para fundamentar e analisar as discussões e reflexões críticas ocorridas na produção do modelo. Similarmente, Braz (2017) se apoiou particularmente em Ole Skovsmose e



Jonei C. Barbosa, para enfatizar aspectos políticos e socioculturais nas atividades de MM. Por outro lado, Freitas (2016) se respaldou especialmente em Daniel Clark Orey e Milton Rosa para a confecção e o desenvolvimento das tarefas de MM com os alunos, em uma perspectiva sociocrítica, considerando o ciclo de conhecimento de Ubiratan D'Ambrosio. Por sua vez, Jacobini (2004), inicialmente, descreveu brevemente a influência da Educação Crítica na Educação Matemática, apoiando-se, principalmente, em Ole Skovsmose e Paulo Freire. Em seguida, ele utilizou essas ideias críticas para analisar as reflexões feitas pelos alunos em atividades de MM. De forma semelhante, Domingos (2016) se fundamentou em Ole Skovsmose e em noções da Educação Crítica para utilizá-las na resolução de problemas.

Na segunda classificação colocamos três trabalhos (MELILLO, 2011; ROSA, 2013; VIDIGAL, 2013). Para uma postura e reflexão crítica, em sua dissertação, Melillo (2011) se fundamentou nas ideias de Ole Skovsmose, nas de John Dewey e, principalmente, nas de Dale Bean. Em sua tese, Rosa (2013) baseou-se em autores como John Dewey, Jonei Barbosa e Paulo Freire para mostrar a necessidade do conhecimento crítico-reflexivo para a formação de professores. Em contrapartida, Vidigal (2013) utilizou um referencial específico voltado para os sujeitos da pesquisa, alunos do curso de geografia. Apesar disso, ele se fundamentou em ideias que compreendem uma interpretação das implicações sociais do objeto em análise.

Já na terceira classificação desta seção incluímos 12 trabalhos. Os dois que fizeram uma revisão de literatura tinham a finalidade de examinar as obras selecionadas, logo, não adotaram uma perspectiva crítica (LUNA, 2012; SILVEIRA, 2007). Outrossim, LUNA (2012) também realizou uma parte empírica, mas não especificou uma perspectiva crítica. Outros três trabalhos que não adotaram um viés crítico realizaram uma pesquisa

empírica (MARTINS, 2017; RANGEL, 2011; SILVA, 2013). Detalhando, Martins (2017) não adotou uma concepção crítica, porém, a disciplina de MM ministrada mostrou ideias da Educação Crítica. Não obstante, Rangel (2011) e Silva (2013) relacionaram, bem sinteticamente, o pensamento crítico e a Educação, entretanto, não desenvolveram uma base teórica profunda. Por fim, outros sete trabalhos não desenvolveram uma fundamentação teórica sobre alguma perspectiva crítica, porém, apenas frisaram que os estudantes precisam interpretar criticamente o modelo elaborado (ABIB, 2016; BELLEI, 2018, BRAZ, 2014; CARARO, 2017; FERREIRA, 2019; FIGUEIREDO, 2013; MACHADO, 2011).

Descobrimos, consequentemente, que algumas das pesquisas que analisamos planejaram antecipadamente o uso de aspectos críticos na produção dos modelos, a fim de oportunizar o desenvolvimento de uma habilidade crítica nos sujeitos da pesquisa. Contudo, outras não apresentaram um planejamento prévio para uma análise de aspectos críticos revelados nos dados da pesquisa, mas, indiretamente, promoveram a reflexão crítica dos sujeitos por meio das atividades realizadas.

### Conclusões obtidas

Averiguamos os resultados obtidos nas obras em análise por meio da unissonância de suas conclusões, tanto para a MM quanto para criticidade. Notamos que as conclusões de muitos foram extensas e incluíram a discussão dos resultados. Além disso, muitos também escreveram nas conclusões sugestões de ações, opiniões pessoais e sentimentos. Com isso, excederam a questão de investigação e o objetivo da pesquisa, extrapolando os dados produzidos e tecendo inferências sobre aspectos não contemplados na perspectiva teórica. Logo, muitos careceram de maior clareza e assertividade objetividade ao redigir as



conclusões da pesquisa realizada.

Os seguintes tópicos despontaram das conclusões:

1. O uso da MM colaborou para o desenvolvimento de habilidades;
2. A utilização da MM gera um ambiente oportuno para a aprendizagem;
3. A MM proporciona uma atitude positiva para com a Matemática;
4. Ponderações para os professores;
5. A modelagem pode auxiliar para a formação de um estudante crítico;
6. Impasses para empregar a MM.

Em sete trabalhos foram redigidas conclusões quanto ao desenvolvimento de habilidades/competência através da MM e quatro inferiram que a MM colabora para a formação de cidadãos críticos e/ou reflexivos (FREITAS, 2016; JACOBINI, 2004; SILVA, 2013; VIDIGAL, 2013). Alguns desses salientaram que a MM pode favorecer tanto a reflexão crítica quanto uma participação ativa na sociedade (JACOBINI, 2004, FERREIRA, 2019; FREITAS, 2016; VIDIGAL, 2013). Exemplificando, é possível desenvolver a participação ativa ao lidar com questões ambientais (FREITAS, 2016) ou econômicas (FERREIRA, 2019).

A reflexão crítica pode incluir, ainda, reflexões éticas (FREITAS, 2016). Ademais, a MM propicia a tomada de decisões (FERREIRA, 2019). Por meio dela, um estudante é capaz de se tornar mais participativo em sala de aula (DOMINGOS, 2016), além de ter um melhor engajamento tanto com seus pares quanto os professores (BRAZ, 2014; DOMINGOS, 2016). Com isso, esse estudante apresenta uma maior autonomia (BRAZ, 2014) e se torna protagonista na produção do próprio conhecimento (FERREIRA, 2019). Outra habilidade citada por quatro trabalhos é a criatividade (DOMINGOS, 2016; LUNA, 2012; VIDIGAL, 2013). Ademais, a MM possibilita o desenvolvimento de habilidades investigativas

(JACOBINI, 2004; VIDIGAL, 2013).

Em diversas teses e dissertações, os autores perceberam que a MM promove um ambiente de aprendizagem e que as discussões matemáticas ocorrem naturalmente nesse ambiente (BRAZ, 2014), porém, são desenvolvidas também as discussões críticas (BRAZ, 2014; MACHADO, 2010; MARTINS, 2017; VIDIGAL, 2013), o que não acontece costumeiramente em sala de aula de Matemática. A MM é uma opção às aulas tradicionais (GOULART, 2015), um ambiente propício para o Ensino Básico (BRAZ, 2017) e estimula uma participação, ou postura ativa dos alunos (DOMINGOS, 2016). Alguns salientaram a importância de temas retirados do cotidiano para que esse ambiente se torne eficaz, pois questões sociais são manifestadas (FREITAS, 2016; LUNA, 2012; MELILLO, 2011; SILVA, 2011). Os temas podem ser escolhidos até mesmo pelos alunos (HERMINIO, 2009). Nesse cenário dinâmico, os alunos conferem significado ao que aprendem (CARARO, 2017), tornando as aulas mais engajadas (BRAZ, 2014). De acordo com Domingos (2016), nesse ambiente, a MM deve representar um desafio intelectual que possibilite investigações e pesquisas. Para o desenvolvimento das modelagens, a tecnologia pode ser um recurso útil (FREITAS, 2016; SILVEIRA, 2007). De forma dessemelhante a Silveira (2007), que averiguou que o uso da tecnologia tem crescido com o passar do tempo, a nossa análise indicou que poucos focaram ou utilizaram recursos tecnológicos.

A atitude com relação à Matemática abrange elementos como interesse, utilidade e papel social desempenhado pela Matemática. A MM pode promover uma atitude positiva para com a Matemática (LOPES, 2022). Dos trabalhos analisados, dois concluíram que a MM estimulou o interesse pela Matemática (DOMINGOS, 2016; GOULART, 2015) e um deduziu que essa metodologia auxilia a ver a sua utilidade (GOULART, 2015). A MM tem sido vista como um bom caminho para combinar a teoria



com a prática (BRAZ, 2014; CARARO, 2017; FREITAS, 2016; GOULART, 2015; RANGEL, 2011), que pode estimular o aprendizado da Matemática (ABIB, 2016) e pode tornar a aprendizagem mais prazerosa (GOULART, 2015; MACHADO, 2010) até mesmo para crianças (MACHADO, 2010). O estudante, por conseguinte, passa a se sentir capaz de lidar com a Matemática (BRAZ, 2014).

Alguns dos autores desses trabalhos chegaram a conclusões sobre a atuação do professor. Quatro perceberam a necessidade da adequação do currículo a fim de que a formação de professores abranja experiências com a MM (ABIB, 2016; BRAZ, 2017; DOMINGOS, 2016; SILVEIRA, 2007) e, dessa forma, tais docentes poderão se interessar em aplicar essa metodologia (GOULART, 2015) e, consequentemente, poderão refletir sobre a prática, além de adotarem uma postura crítica e questionadora (MARTINS, 2017; RANGEL, 2011; ROSA, 2013). Consequentemente, serão ousados, dando liberdades aos estudantes, como a seleção dos temas de MM (HERMINIO, 2009) e, ademais, passarão de detentor do conhecimento a mediador dele (CARARO, 2017). Além disso, um diálogo com a gestão escolar pode viabilizar ações em prol da inclusão da MM na formação continuada (BELLEI, 2018) e, em consequência, ela pode ser utilizada já nos anos iniciais (BRAZ, 2017; MACHADO, 2010).

Constatamos que 13 trabalhos não apresentaram conclusões a respeito da criticidade e muitos não planejaram antecipadamente a análise de aspectos críticos. Adicionalmente, muitos dos que apresentaram conclusões a respeito de aspectos críticos foram sintéticos em suas considerações, como, por exemplo, mencionando apenas algo como *a MM pode contribuir para a formação crítica de um estudante*. Nesse conjunto de conclusões para os aspectos críticos, temos oito trabalhos (BELLEI, 2018; CARARO, 2017; FERREIRA, 2019; FREITAS, 2016; MACHADO, 2010; ROSA, 2013; SILVA, 2011; VIDIGAL, 2013). Alguns ainda concluíram que

os alunos podem ser participativos e atuantes para uma transformação social (FERREIRA, 2019; FREITAS, 2016; JACOBINI, 2004; VIDIGAL, 2013).

Por fim, notamos que alguns trabalhos não somente teceram conclusões sobre os benefícios da utilização da MM, mas também apontaram algumas. Três autores de dissertações destacaram que nem todos os professores estão propensos a aplicar essa metodologia, ou seja, há uma resistência em sua implementação (CARARO, 2017; GOULART, 2015; MACHADO, 2010), enquanto Silva (2011) reconheceu que a MM pode demandar outros conhecimentos matemáticos, tornando a confecção do modelo mais difícil. Além disso, Silveira (2007) constatou que tem havido poucas inovações nas pesquisas em MM analisadas em sua revisão e uma carência de estudos que foquem na avaliação do desempenho dos alunos na MM.

## Discussões e considerações finais

Um aspecto que observamos se refere à escrita dos trabalhos. Enquanto alguns estavam bem redigidos desde o resumo, outros não apresentaram claramente aspectos como perspectiva de MM e outras metodologias adotadas, sujeitos envolvidos ou os resultados obtidos, seja no resumo ou nos capítulos relacionados. Reconhecemos, portanto, a relevância de especificar, por exemplo, a perspectiva de MM utilizada na parte empírica dos trabalhos e não apenas discorrer a respeito das diversas concepções existentes. Assim, inferimos que uma boa escrita e um texto bem-organizado, possivelmente com uma revisão gramatical, poderiam deixar a leitura mais fluida e agradável. Além disso, especificar os aspectos principais da pesquisa, desde o resumo, viabiliza adicionalmente a replicação em uma sala de aula.

Um ponto relevante percebido, assim como destacado em algumas



pesquisas recentes (VILLA-OCHOA; SOARES; ALENCAR, 2019), é a necessidade de um maior número de pesquisas sobre MM nos anos iniciais do Ensino Fundamental, especialmente no viés da EMC, tendo em vista o baixo número de produções nesse contexto. Em relação aos objetivos traçados nos trabalhos de pesquisa, poucos são os estudos que visam às discussões críticas e ao desenvolvimento de competências e habilidades, tendo a maioria se dedicada a averiguar questões referentes ao uso da MM como uma metodologia de ensino. Consequentemente, muitos adotaram uma perspectiva voltada para o ensino e aprendizado, enquanto cerca de um terço dos trabalhos analisados utilizou uma concepção social/critica.

No que concerne às conclusões a que chegaram após desenvolverem sua pesquisa, diversos autores verificaram que o emprego da MM cria um ambiente propício para aprendizagem e pode estimular o desenvolvimento de habilidades, como criatividade, além de promover o engajamento, o interesse e uma melhora da atitude para com a Matemática. Isso está em harmonia com os achados de outros autores (ABASSIAN *et al.*, 2020; NISS; BLUM, 2020). Por outro lado, os poucos que teceram conclusões para aspectos críticos mencionaram que MM pode levar ao desenvolvimento de um aluno crítico e atuante na sociedade. Da mesma forma, poucos concluíram diretamente pela necessidade da formação de professores, mencionando que os docentes podem pensar sobre a própria prática e cogitar o uso da MM e conversar com a gestão escolar sobre sua implementação.

Após a análise realizada, podemos concluir que há diversas possibilidades de pesquisa. Em relação às pesquisas futuras relacionadas à MM e aos aspectos críticos decorrentes dessa metodologia, notamos que há uma esfera de ação para uma abordagem quantitativa ou mista nas pesquisas, uma lacuna já apontada inclusive em pesquisas internacionais (ABASSIAN *et al.*, 2020). Além disso, para nos direcionarmos na mesma

orientação das pesquisas internacionais, observamos que há uma carência nacional de trabalhos que investiguem as competências e as subcompetências de modelagem (CEVIKBAS *et al.*, 2022). Outra lacuna percebida é a falta de estudos a respeito da metacognição em MM, assim como já observado em outras pesquisas (CZOCHER, 2018). Nenhuma obra que analisamos foi nessa direção.

Com relação aos aspectos críticos que se relacionam com a utilização da MM, poucos foram os trabalhos cujos autores estabeleceram o objetivo de analisar esses aspectos durante a realização da parte empírica da pesquisa, como foi o caso de Jacobini (2004) e de Vidigal (2013) apenas. Essa escassez de pesquisas a respeito de aspectos críticos em MM também ocorre no Ensino Superior (LOPES, 2023c). Assim como Klüber (2013), também notamos a relevância do desenvolvimento de uma boa estrutura teórica e, particularmente, uma metodologia analítica para analisar aspectos críticos manifestados durante a modelagem e, em particular, na etapa de interpretação/validação. Outra sugestão de abordagem que não encontramos nas pesquisas analisadas é averiguar a contribuição da MM para a discussão crítica do modelo produzido, por meio de uma avaliação antes e depois das tarefas de modelagem, algo como o que foi recomendado por Ikeda (2018).

## TEACHER EDUCATION AND MATHEMATICAL MODELING FROM A CRITICAL PERSPECTIVE: AN OVERVIEW OF BRAZILIAN THESES AND DISSERTATIONS

### Abstract

*We present an overview of scientific productions related to teacher education and mathematical modeling from the perspective of critical mathematics education. This research followed a qualitative approach following aspects of a state-of-the-art investigation. Data collection was carried out in the theses and dissertations database of the CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), with a view to productions up to the year 2020. We highlight the desired objectives, the mathematical modeling concepts used, the critical perspectives adopted, and the conclusions obtained. The analysis of the 21 selected works showed that mathematical modeling is a methodological alternative that can bring interest,*



*collaborate for creativity, and promote a positive attitude towards mathematics. Furthermore, it can develop critical skills. On the other hand, few of these works focused on the implementation of modeling and on analyzing the development of critical reflection.*

*Keywords: Critical mathematics education; education of teachers; mathematical modeling; systematic review.*

## Referências dos trabalhos analisados

ABIB, Raquel Brum. **Modelagem Matemática**: um estudo de caso com professores da rede de ensino de Piratini. Dissertação de mestrado Profissional em Ciências e Tecnologias na Educação – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, Pelotas, 2016.

BELLEI, Patrick. **Gestão escolar e formação de professores em modelagem matemática na educação matemática**: um olhar. Dissertação de mestrado em Ensino – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2018.

BRAZ, Barbara Candido. **Contribuições da modelagem matemática na constituição de comunidades de prática locais**: um estudo com alunos do curso de formação de docentes. Dissertação de mestrado em Educação para a Ciência e Matemática – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

BRAZ, Barbara Candido. **Aprendizagens sobre modelagem matemática em uma comunidade de prática de futuros professores de matemática**. Tese de doutorado em Educação para a Ciência e Matemática – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

CARARO, Elhane De Fatima Fritsch. **O sentido da formação continuada em modelagem matemática na educação matemática desde os professores participantes**. Dissertação de mestrado em Educação – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel 2017.

DOMINGOS, Ronero Marcio Cordeiro. **Resolução de problemas e modelagem matemática**: uma experiência na formação inicial de professores de física e matemática. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

FERREIRA, Vagner Donizeti Tavares. **As contribuições de uma sequência didática elaborada à luz do Modelo Epistemológico de Referência (MER), na construção dos conhecimentos relativos à educação financeira**. Tese de doutorado em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2019.

FREITAS, Joelma De Fatima Rodrigues Batista. **Modelagem Matemática**

**no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA):** Entendendo as suas dimensões Crítica e Reflexiva a partir de um Estudo de Caso. Dissertação de mestrado Profissional em Educação Matemática– Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

GOULART, Erika Brandhuber. **Formação de professores e modelagem matemática:** implicações na prática pedagógica. Dissertação de mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2015.

HERMINIO, Maria Helena Garcia Barbosa. **O processo de escolha dos temas dos Projetos de Modelagem Matemática.** Mestrado em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

JACOBINI, Otavio Roberto. **A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula.** Tese de doutorado em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

LUNA, Ana Virgínia De Almeida. **A modelagem matemática na formação continuada e a recontextualização pedagógica desse ambiente em salas de aula.** Tese de doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

MACHADO, Simone Raquel Casarin. **Percepções da modelagem matemática nos anos iniciais.** Dissertação de mestrado em Educação Científica e Tecnológica– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010.

MARTINS, Danielle Alves. **A disciplina Modelagem na Educação Matemática na UFMG:** percepção junto a estudantes e egressos do curso de Licenciatura em Matemática. Dissertação de mestrado em Educação – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

MELILLO, Célio Roberto. **Modelagem matemática no futebol:** uma atividade de crítica e criação encaminhada pelo método do caso. Dissertação de mestrado Profissional em Educação Matemática – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

RANGEL, Walter Sérvulo Araújo. **Projetos de modelagem matemática e sistemas lineares:** contribuições para a formação de professores de matemática. Dissertação de mestrado Profissional em Educação Matemática – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

ROSA, Claudia Carreira da. **A formação do professor reflexivo no contexto da modelagem matemática.** Tese de doutorado em Educação para a Ciência e Matemática – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

SILVA, Denivaldo Pantoja. **Regra de Três:** prática escolar de modelagem

matemática. Dissertação de mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas – Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

SILVA, Heloisa Cristina da. **Matematização e modelagem matemática:** possíveis aproximações. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática – Universidade Estadual de Londrina, 2013.

SILVEIRA, Everaldo. **Modelagem matemática em educação no Brasil:** entendendo o universo de teses e dissertações. Dissertação de mestrado em Educação – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

VIDIGAL, Cassio Luiz. **Desenvolvendo criticidade e criatividade com estudantes de Geografia por meio de modelagem.** Dissertação de mestrado Profissional em Educação Matemática – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

## Referências

ABASSIAN, Aline; SAFI, Farshid; BUSH, Sarah; BOSTIC, Jonathan. Five different perspectives on mathematical modeling in mathematics education. **Investigations in Mathematics Learning**, v. 12, n. 1, pp. 53-65, 2020.

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de. Considerations on the use of mathematics in modeling activities, **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 50, 2018, p. 19-30.

ARAÚJO Jussara Loiola. Brazilian research on modelling in mathematics education. **ZDM—The International Journal on Mathematics Education**, v. 42(2), p. 337-348, 2010.

BIEMBENGUT, Maria Salett. Mapeamento como princípio metodológico para a pesquisa educacional. In: MACHADO, N. J.; DA CUNHA, M. O. **Linguagem, conhecimento, ação:** ensaios de epistemologia e didática. São Paulo: Escrituras Editora, 2003, p. 01-11.

BORBA, Marcelo de Carvalho.; SKOVSMOSE, Ole. The ideology of certainty in mathematics education. **For the learning for mathematics**, Kingston v. 17, n. 3, p. 17-23, 1997.

CAVALCANTI, José Dilson Beserra. **A noção de Relação ao Saber:** História e Epistemologia. Panorama do Contexto Francófono e Mapeamento de sua utilização na literatura científica brasileira. Tese de doutorado em Ensino de Ciências – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2015.

CARVALHO, Daniel Santos. CONCEPÇÕES DE MODELAGEM MATEMÁTICA PRESENTES EM PESQUISAS BRASILEIRAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2019.

CANEDO JR, Neil da Rocha; KISTEMANN JR, Marco Aurélio. O movimento das pesquisas em modelagem matemática em Minas Gerais. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, v. 9, p. 100-123, jun. 2014.

CEVIKBAS, Mustafa; KAISER, Gabriele.; SCHUKAJLOW, Stanislaw. A systematic literature review of the current discussion on mathematical modelling competencies: state-of-the-art developments in conceptualizing, measuring, and fostering. **Educational Studies in Mathematics**, vol. 109, n.2, p. 205-236, 2022.

COSTA, Sandro Lucas Reis; BORTOLOCI, Naiara Briega; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias; VIEIRA, Rui Marques; TENREIRO-VIEIRA, Celina. Pensamento crítico no ensino de ciências e educação matemática: Uma revisão bibliográfica sistemática. **Investigations in Science Teaching**, v. 26, n. 1, p. 145-168, 2021.

CZOCHER, Jennifer A. How does validating activity contribute to the modeling process? **Educational Studies in Mathematics**, vol. 99, n. 2, p. 137-159, 2018.

ENGELBRECHT, Johann; BORBA, Marcelo de Carvalho; LLINARES, Salvador; KAISER, Gabriele. Will 2020 be remembered as the year in which education was changed? **ZDM Mathematics Education**, v. 52, n. 5, p. 821-824, 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1974.

HERNANDEZ-MARTINEZ, Paul; VOS, Pauline. "Why do I have to learn this?" A case study on students' experiences of the relevance of mathematical modelling activities, **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**, v. 50, p. 245-257, 2018.

IKEDA, Toshikazu. Evaluating student perceptions of the roles of mathematics in society following an experimental teaching program. **ZDM Mathematics Education**, vol. 50, n. 1-2, p. 259-271, 2018.

JOLANDEK, Emilly Gonzales; KATO, Lilian Akemi. Vertentes sobre a modelagem matemática e o letramento matemático a partir de uma revisão bibliográfica. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 23, n. 2, p. 218-244, 2021.

KAISER, Gabriele; BRAND, Susanne. Modelling competencies: Past development and further perspectives. In G. A. Stillman, W. Blum, & M.

S. Biembengut (Eds.), **Mathematical Modelling in Education Research and Practice. Cultural, Social and Cognitive Influences**. Dordrecht: Springer, 2015, p. 129–149.

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

KLÜBER, Thiago., Emanuel. Aspectos relativos à noção de prática(s) de modelagem matemática na educação matemática. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**. Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 92-103, 2013.

LOPES, Aldo Peres Campos. Aspects of attitudes towards mathematics in modeling activities: Usefulness, interest, and social roles of mathematics. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, v. 17, n.4, em0711, 2022.

LOPES, Aldo Peres Campos. Contrapondo a ideologia da certeza por meio do conhecimento reflexivo na modelagem matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 37, n. 77, p. 936–957, 2023a.

LOPES, Aldo Peres Campos. Countering the ideology of certainty through reflective knowledge in mathematical modeling. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 37, n. 77, p. 958–979, 2023b.

LOPES, Aldo Peres Campos. Critical consciousness in engineering education: going beyond critical thinking in mathematical modeling. **European Journal of Engineering Education**, v. 48, n. 6, p. 991-1014, 2023c.

MUTTI, Gabriele de Sousa Lins; KLÜBER, Tiago Emanuel. Adoção da Modelagem Matemática: o que se mostra na literatura produzida no âmbito da Educação Matemática. **Bolema – Boletim de Educação Matemática**, v. 35, p. 129-157, 2021.

NISS, Mogens.; BLUM, Werner. **The learning and teaching of mathematical modelling**. Routledge, 2020.

SKOVSMOSE, Ole. Mathematics and crises. **Educational Studies in Mathematics**, v.108, n. 1-2, p. 369–383, 2021.

STEPHAN, Michelle; REGISTER, Jordan; REINKE, Luke; ROBINSON, Christine; PUGALENTHI, Premkumar; PUGALEE, David. People use math as a weapon: critical mathematics consciousness in the time of COVID-19. **Educational Studies in Mathematics**, v. 108, n. 3, p. 513-532, 2021.

VILLA-OCHOA, Jhony Alexander; SOARES, Maria Rosana; ALENCAR, Edvone de Souza. A modelagem matemática nos anos iniciais como

perspectiva para o ensino de matemática: um panorama de publicações brasileiras em periódicos (de 2009 a 2018). **Educar em Revista**, Curitiba, v. 35, n. 78, p. 47-64, nov./dez. 2019.

