



MODELAGEM MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: INTERCONEXÕES EM PESQUISAS BRASILEIRAS

*Mathematics modeling and critical mathematics education: weaving
interconnections from Brazilian research*

Aline Loise Martins

Doutoranda em Educação para a Ciência e a Matemática
Universidade Estadual de Maringá –PR
alineloisem@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4705-3604>

Lilian Akemi Kato

Doutora em Matemática Aplicada
Universidade Estadual de Maringá –PR
lilianakemikato@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8770-3873>

Resumo

Neste texto, buscamos identificar, em produções acadêmicas brasileiras publicadas a partir do ano de 2002, as interconexões existentes entre a Modelagem Matemática (MM) e a Educação Matemática Crítica (EMC). A necessidade desta pesquisa ocorreu em virtude da quantidade de produções a respeito dessas duas temáticas, abordadas tanto de forma separada quanto concomitante, o que possibilita diálogos entre esses temas no âmbito da Educação Matemática (EM). Para esta discussão, assumimos uma abordagem qualitativa, de cunho documental, em meio eletrônico, por meio da compilação de publicações da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Adotamos a Análise Textual Discursiva (ATD) como dispositivo analítico para análise de 18 produções. Fragmentamos os dados prezando a etapa de unitarização, e desse processo emergiram seis Categorias Iniciais (CI) que oportunizaram o delineamento de três Categorias Finais (CF): CF-1: o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no contexto de situações do cotidiano dos envolvidos que possibilitem reflexões de cunho social, político e/ou econômico; CF-2: o planejamento e o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática de modo a favorecer o espírito de cooperação, coletividade e confiança dos atuantes, que passam a ser atuantes no currículo; CF-3: a manifestação de discussões matemáticas, técnicas e reflexivas em relação a hábitos (presentes e futuros) com vistas à tomada de decisão. Dessas categorias finais evidenciamos potencialidades advindas das interconexões entre Modelagem Matemática (MM) e Educação Matemática Crítica (EMC) que contribuem para o

desenvolvimento de atividades de modelagem no âmbito da Educação Matemática (EM), objetivando uma educação matemática crítica.

Palavras-chave: Educação Matemática; Modelagem Matemática; Críticidade; Mapeamento de produções; Categorização.

Abstract

In this text, we seek to identify, in Brazilian academic productions published since 2002, the interconnections between Mathematical Modeling (MM) and Critical Mathematics Education (CME). This research occurred due to the quantity of productions regarding these two themes, addressed both separately and concomitantly, which allows dialogues between these themes within the scope of Mathematics Education (ME). For this discussion, we took a qualitative approach, of a documentary nature, in electronic media, through the compilation of publications from the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD). We adopted Discursive Textual Analysis (ATD) as an analytical device for analyzing 18 productions. We fragmented the data, valuing the unitarization stage, and this process emerged six Initial Categories (CI) that provided the opportunity for the delineation of three Final Categories (CF): CF-1: the development of Mathematical Modeling activities in the context of everyday situations of those involved that enable reflections of a social, political and/or economic nature; CF-2: the planning and development of Mathematical Modeling activities in order to promote the spirit of cooperation, collectivity and trust of the participants, who become active in the curriculum; CF-3: the manifestation of mathematical, technical and reflective discussion in relation to habits (present and future) with a view to decision making. In the final categories, we highlight potential arising from the interconnections between Mathematical Modeling (MM) and Critical Mathematics Education (CME) that contributed to the development of modeling activities within the scope of Mathematics Education (EM), aiming for critical mathematical education.

Keywords: Mathematics Education; Mathematical Modeling; Criticality; Production Mapping; Categorization.

INTRODUÇÃO

No campo da Educação Matemática (EM), conciliar a possibilidade de aproximar o conteúdo matemático da realidade do aluno e, assim, ter condições de despertar discussões críticas vem ganhando notoriedade.

A intenção benéfica de contextualizar a realidade em sala de aula, partindo de problemáticas do cotidiano com o conteúdo propriamente dito, pode ser viabilizada pela adoção da Modelagem Matemática (MM). Desenvolver atividades à luz da MM possibilita “[...] colocar lentes críticas sobre as aplicações da matemática. Discussões na sala de aula podem agendar questões como as seguintes: O que representam? Quais os pressupostos assumidos? Quem as realizou? A quem servem? etc” (Barbosa, 2004, p. 74).

Assumimos a MM como uma “oportunidade para os estudantes indagarem situações por meio da Matemática sem procedimentos fixados previamente e com possibilidades diversas de encaminhamento” (Barbosa, 2001, p. 05).

Nessa conjuntura, a função crítica da matemática, conhecida, logicamente, como Educação Matemática Crítica (EMC), ganha notabilidade à medida que os trabalhos de Ole Skovsmose, professor dinamarquês, considerado precursor da EMC, com diversos trabalhos publicados no Brasil e em outros países, se populariza.

Notadamente, é proposto que o conhecimento crítico produz circunstâncias ideais para a compreensão do mundo e auxilia a formação de um senso de identidade; daí a necessidade de fomentar o conhecimento reflexivo como método de resgate do componente crítico da matemática (Ceolim; Hermann, 2012). A justificativa de alguns autores (Barbosa, 2001; Araújo, 2002) para uma perspectiva socialmente crítica se funde com o entendimento de que os exercícios de modelagem podem incentivar discussões em sala de aula.

Com o exposto, torna-se evidente que a EMC, aliada à estratégia educacional da MM, se inscreve como tendência no âmbito da EM, cujo objetivo é perseguir processos pedagógicos que valorizem a matemática da vida para a vida (Santos; Fachín-Terán; Nicot, 2015).

No Brasil, um dos primeiros trabalhos com esse direcionamento foi a tese de doutorado de Araújo (2002), intitulada “Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as discussões dos alunos”, que objetivou desvendar quais discussões ocorrem em um ambiente de ensino e aprendizagem de cálculo no qual a MM e as tecnologias informáticas se fazem presentes e, ainda, como essas discussões acontecem.

Para Araújo (2009, p. 64), um dos principais focos da EMC – o inegável papel da matemática na construção da sociedade tecnológica – pode ser construído, em boa parte, por meio da MM, justificando “uma abordagem da modelagem matemática na educação matemática segundo a educação matemática crítica”.

Ao tomarmos como ponto de partida os escritos de Araújo (2002), indagamo-nos: qual o papel da EMC no desenvolvimento de atividades de MM? Em que medida as atividades de MM favorecem a EMC? O que as pesquisas brasileiras revelam sobre isso? Na prática, como isso vem se desenvolvendo?

Para responder a essas questões, buscamos identificar, em produções acadêmicas brasileiras publicadas a partir do ano de 2002, as interconexões existentes entre a MM e a EMC. Dada importância dessa temática e mediante nossos objetivos e inquietações, estabelecemos e sintetizamos nossa questão de pesquisa em: “que interconexões se mostram presentes nas

produções brasileiras envolvendo a Modelagem Matemática e a Educação Matemática Crítica?”.

Reforçamos a necessidade dessa investigação em virtude de a quantidade de produções nessas duas temáticas, abordadas tanto de forma isolada quanto concomitante, revelar a iminência de diálogos que estão sendo estabelecidos entre esses dois temas, no âmbito da EM, cuja categorização possibilita delinear encaminhamentos para a condução de atividades pedagógicas de ensino.

Esclarecemos e justificamos a opção pelo termo “interconexões” com base nesta definição do Dicionário *on-line* Michaelis (2023): “conexão entre duas ou mais coisas (processos, equipamentos, ideias etc.)”, considerando, portanto, o cenário de elos, ligações entre esses dois temas, conforme já discutido por Araújo (2002, 2009).

Nas próximas seções, apresentaremos o encaminhamento metodológico, os resultados evidenciados e algumas considerações, tecendo o que foi desenvolvido nesse processo.

PERCURSO METODOLÓGICO: DELINEANDO O CAMINHO DA PESQUISA

Assumimos, nesse estudo, uma abordagem qualitativa e interpretativa, de cunho documental, com a intenção de realizar um mapeamento de teses e dissertações brasileiras que versam sobre MM e EMC a partir do ano de 2002 – ano da primeira produção nacional que sinaliza a EMC atrelada à MM (Araújo, 2002) –, a fim de que possamos delinear as possíveis interconexões entre esses dois temas.

Ao realizarmos essa delimitação, julgamos ser pertinente mencionar a importância deste tipo de estudo e, na sequência, abordar as particularidades da escolha da metodologia de análises de dados, a Análise Textual Discursiva, doravante, ATD.

Em se tratando de mapeamento de produções acadêmicas, Romanowski e Ens (2006, p. 43) enfatizam que “um levantamento e uma revisão do conhecimento produzido sobre o tema é um passo indispensável para desencadear um processo de análise qualitativa dos estudos produzidos nas diferentes áreas do conhecimento”. Esse tipo de estudo contempla a identificação, o registro e a categorização, favorecendo a reflexão e a síntese sobre a produção científica de uma determinada área, com a finalidade de oferecer uma visão ampla e atual dos movimentos da pesquisa relacionados ao objeto da investigação (Morosini; Fernandes, 2014; Nóbrega-Therrien; Therrien, 2004; Romanowski; Ens, 2006).

Romanowski (2002, p. 15-16) apresenta alguns passos importantes para composição de mapeamentos de produções, destacando ser necessário se concentrar na:

definição dos descritores para direcionar as buscas a serem realizadas; localização dos bancos de pesquisas, teses e dissertações, catálogos e acervos de bibliotecas, biblioteca eletrônica que possam proporcionar acesso a coleções de periódicos, assim como aos textos completos dos artigos; estabelecimento de critérios para a seleção do material que compõe o corpus [...]; levantamento de teses e dissertações catalogadas; coleta do material de pesquisa (...); leitura das publicações com elaboração de síntese preliminar, considerando o tema, os objetivos, as problemáticas, metodologias, conclusões, e a relação entre o pesquisador e a área [...].

Apropriamo-nos desses passos e planejamos o caminho da nossa pesquisa documental eletrônica a partir da compilação de produções publicados na base de dados da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD).

Destacamos que a opção de mapear apenas em teses e dissertações ocorreu em razão de essas produções, frequentemente, originarem outras formas produções, constituindo-se, portanto, como trabalhos singulares que não são contabilizados multiplamente, como acontece com comunicações em eventos e/ou artigos publicados.

Além disso, a escolha pela BDTD ressalta a credibilidade das produções brasileiras no contexto educacional, uma vez que o acervo do portal possibilita conhecer a produção científica nacional, com textos completos de dissertações e teses.

Para a produção dos dados, na opção “Busca Avançada” da BDTD, utilizamos as seguintes palavras-chave e/ou descritores: “Modelagem Matemática” AND “Educação Matemática Crítica”.

Dessa busca, surgiu uma listagem contendo 23 pesquisas; a partir disso, realizamos uma triagem com base na identificação dos termos MM e EMC durante a leitura do título, do resumo e das palavras-chave.

Após essa triagem, tabulamos 18 produções, sendo: 6 teses (T) e 12 dissertações (D), as quais estão listadas no Quadro 1, em ordem cronológica, e codificadas de P1 (Pesquisa 1) até P18 (Pesquisa 18), para facilitar a identificação no texto.

É importante salientar que adotamos o seguinte critério de inclusão: pesquisas que, de alguma forma (atividades implementadas, propostas para sala de aula, reflexões sobre o processo de aprendizagem), discutiam a MM e a EMC em contextos educacionais.

Como critério de exclusão, ponderamos as pesquisas que: não articulavam a MM e a EMC, ou seja, apenas mencionavam a MM enquanto tendência da EM, sem aprofundar as discussões envolvendo a EMC; enfatizavam outras tendências da EM, como a etnomatemática, ou contemplavam a estruturação de manual de atividades de MM.

Considerando tais critérios, excluímos 5 pesquisas.

Quadro 1 – Teses e dissertações encontradas na BDTD envolvendo a EMC e a MM a partir do ano de 2002

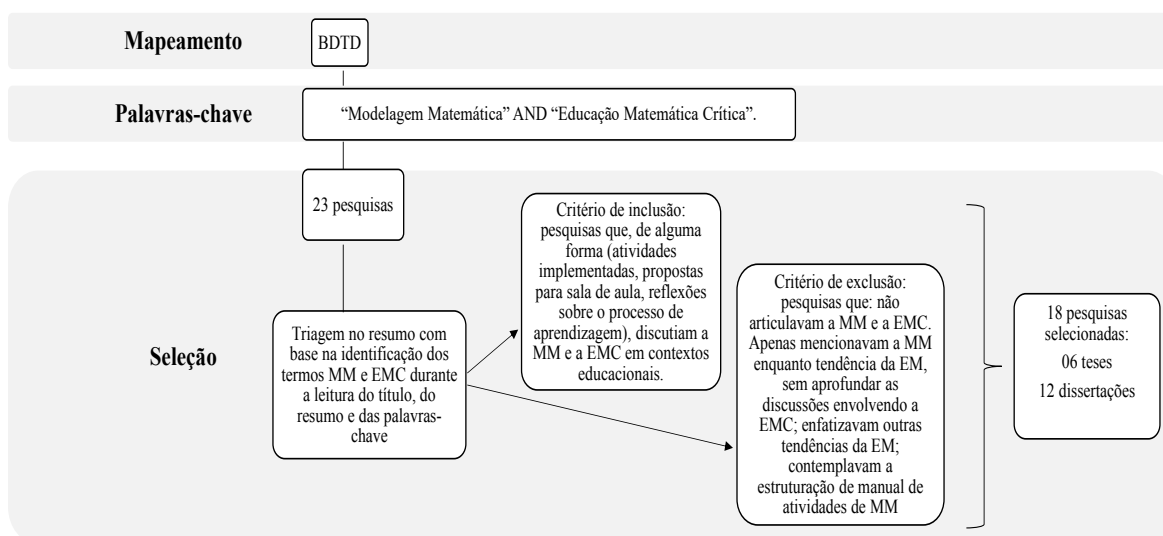
Cód.	Título	Autor	Instituição	Tipo
P1	A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula	Jacobini (2004)	UNESP	T
P2	A produção de discussões reflexivas em um ambiente de modelagem matemática	Santos (2007)	UFBA	D
P3	O processo de escolha dos temas dos projetos de modelagem matemática	Herminio (2009)	UNESP	D
P4	Interpretação e comunicação em ambientes de aprendizagem gerados pelo processo de modelagem matemática	Oliveira (2010)	UFPA	D
P5	Currículo, cultura e educação matemática: uma aproximação possível?	Godoy (2011)	USP	T
P6	Modelagem matemática e tecnologias da informação e comunicação como ambiente para abordagem do conceito de função segundo a educação matemática crítica.	Ferreira (2013)	UFOP	D
P7	Modelagem matemática crítica como atividade de ensino e investigação	Sodré (2013)	UFPA	D
P8	Reflexões sobre modelos socioeconômicos à luz de premissas e pressupostos: o programa bolsa família como ponto de partida	Resende (2013)	UFOP	D
P9	Direito ambiental: relações jurídicas modeladas pela matemática visando uma formação profissional crítica e cidadã dos bacharelandos em engenharia ambiental	Lozada (2013)	USP	T
P10	A inserção da educação matemática crítica na escola pública: aberturas, tensões e potencialidades	Miranda (2015)	UNESP	T
P11	O desenvolvimento de posturas críticas nos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental por meio da Modelagem Matemática	Campos (2015)	UFOP	D
P12	A modelagem matemática na perspectiva sociocrítica: uma experiência em um curso de costureiras	Mello (2016)	UFRGS	D
P13	A dualidade na formação no ensino profissionalizante em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática	Melillo (2017)	UFMG	T
P14	A divisão do trabalho no ambiente de aprendizagem de Modelagem Matemática segundo a Educação Matemática Crítica	Campos (2018)	UFMG	T
P15	Atividades de modelagem matemática com estudantes em vulnerabilidade social: uma análise à luz da educação matemática crítica	Silva (2019)	UTFPR	D
P16	A educação estatística e a modelagem matemática na formação crítica dos estudantes do ensino médio de escolas do município de Rio do Sul – SC	Trainotti (2019)	UFRGS	D
P17	Educação do campo e modelagem matemática: construção de estufa para a produção de orgânicos na zona rural de São Sebastião do Caí	Flores (2019)	UFRGS	D

P18	Práticas de Modelagem Matemática e o despertar para a consciência crítica de estudantes do Ensino Fundamental	Duarte (2022)	UNIOESTE	D
------------	---	---------------	----------	---

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

A figura 1 sintetiza o constituição do nosso mapeamento.

Figura 1 - Organização do processo de pesquisa documental com objetivo de identificar, em produções acadêmicas brasileiras publicadas a partir do ano de 2002, as interconexões existentes entre a Modelagem Matemática (MM) e a Educação Matemática Crítica (EMC).



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Definido e apresentado o caminho para o processo de pesquisa documental (Figura 1), partimos para a descrição do processo de ATD empreendido na realização desta pesquisa, o qual oportunizou a construção de categorias, em consonância com o descrito por Romanowski (2002). Reiteramos que recorreremos aos escritos de Moraes (2003) e Moraes e Galiazzi (2007) para buscar embasamento teórico-metodológico e, assim, proceder com a ATD.

Moraes (2003) considera que a ATD compreende um ciclo que parte da “desmontagem dos textos”, segue para o “estabelecimento de relações” e, por fim, se consolida com o “novo emergente”.

Descreveremos, na próxima seção, o desenvolvimento mais detalhado dessas etapas propostas pela ATD, relacionando-as com a nossa investigação.

MODELAGEM MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA: BUSCANDO INTERCONEXÕES EM PRODUÇÕES BRASILEIRAS

Esmiuçando o processo de ATD e norteados por nossa questão de pesquisa, “que interconexões se mostram presentes nas produções brasileiras envolvendo a Modelagem Matemática e a Educação Matemática Crítica?”, assumimos as pesquisas sintetizadas no Quadro 1 como nosso *corpus* de análise. Iniciamos com a leitura do *corpus*, com a intenção de buscar interconexões entre MM e EMC, sobretudo, na seção de resultados das referidas pesquisas. Esse passo oportunizou a seleção dos fragmentos que se destacavam nesse contexto, como afirmam Ribeiro e Ramos (2019, p. 641):

A ATD tem como etapa inicial do trabalho a fragmentação dos textos, reduzindo-o a ideias unitárias ou unidades de sentido, as quais são codificadas, para que se possa identificar sua origem, se necessário. Ao final da unitarização do texto, as unidades de sentido são agrupadas em função da semelhança de seu conteúdo, passando a constituírem categorias iniciais. No caso da análise de outro texto ou depoimento, é possível aproximar as unidades semelhantes às categorias iniciais do primeiro texto, e, se necessário, podem ser constituídas novas categorias.

Com base nisso, nossa unitarização possibilitou a emergência de 60 fragmentos, que foram separados e codificados a partir da codificação P1 a P18, acrescidos da quantidade de fragmentos (F) selecionados de cada pesquisa, assumindo como exemplo a codificação PxFx. Os fragmentos foram reagrupados em Unidades de Sentido (US), as quais totalizaram 32.

Essas unidades foram nomeadas de US-1 a US-32 e contemplam as seguintes palavras-chave: ajuste à realidade; aluno parceiro da própria educação; análise de situações cotidianas; aprendizagem em algum contexto (social, político, econômico, educacional); autoconfiança do e no aluno; capacidade de problematização, investigação e novas reflexões; competência crítica; compreensão do fazer discente; consciência democrática; cooperação responsável; criatividade; cuidados metodológicos: diálogo inquiridor e/ou sem respostas prontas; direito à fala e decisões (alunos); discussões matemáticas, técnicas e reflexivas; espaço para confiança; espírito de coletividade; exercício e formação da cidadania; formação do professor pesquisador; grandes transformações; impacto social; metadiscussões; mudança para obter informações; objetivos e papéis dos atuantes; participantes questionadores; pensamento crítico e/ou senso crítico comprometido em nível micro para macro; pequenos rompimentos da educação tradicional (matemática); postura comprometida com problemática social e política; reflexão sobre futuro; reflexão sobre hábitos; tomada de decisões; trabalho diário do professor.

Após essa etapa inicial, avançamos no processo de categorização; esta se caracteriza por constantes comparações entre as US e a união de elementos semelhantes presentes nos fragmentos (Moraes; Galiuzzi, 2007), que chamamos de palavras-chave ou elemento aglutinador. A comparação dessas palavras-chave em cada fragmento permitiu novos agrupamentos, os quais denominados Categorias Iniciais (CI); por conseguinte, a releitura constante dessas categorias contribuiu para estabelecermos as interconexões desejadas neste estudo, tendo em vista a impregnação do *corpus*.

Tais CI foram analisadas e, com a realização desse movimento de compreensão e impregnação, delineamos três Categorias Finais (CF), que intitulamos e enumeramos conforme descrito no Quadro 2.

Defendemos, no movimento de ATD, que “o essencial no processo não é sua forma de produção, mas as possibilidades do conjunto de categorias construído de representar as informações do *corpus*” (Moraes, 2003, p. 198).

Quadro 2 – Categorias Iniciais e Finais que emergiram no processo analítico embasado na ATD a partir do *corpus* desta pesquisa

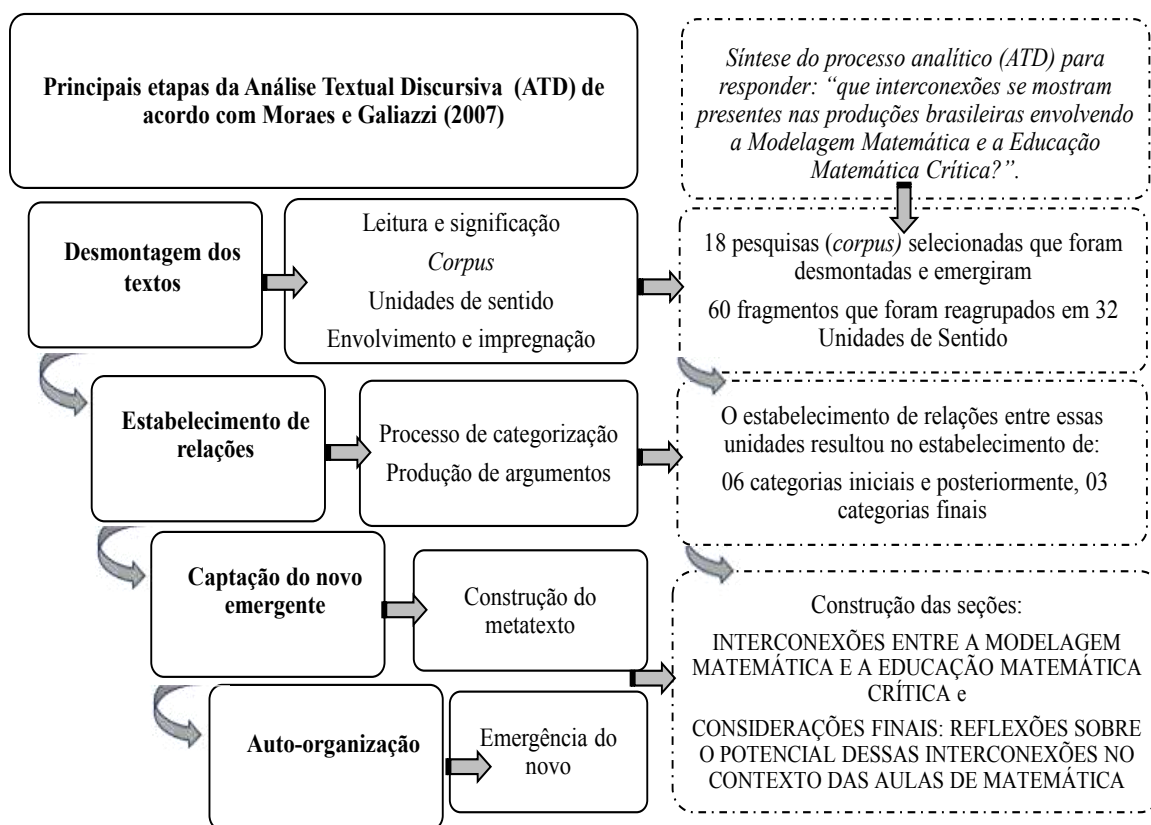
Categorias Iniciais (CI)	Categorias Finais (CF)
CI-1: A presença de situações do cotidiano que são adaptadas à realidade dos envolvidos.	CF-1: O desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no contexto de situações do cotidiano dos envolvidos que possibilitem reflexões de cunho social, político e/ou econômico.
CI-2: A aprendizagem da matemática relacionada ao contexto dos participantes com vistas também à formação cidadã.	
CI-3: A importância das decisões e participações dos envolvidos no desenvolvimento do currículo, favorecendo o papel de alunos e professores como parceiros e pesquisadores da própria educação.	CF-2: O planejamento e o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática de modo a favorecer o espírito de cooperação, coletividade e confiança dos atuantes, que passam a ser atuantes no currículo.
CI-4: O planejamento e desenvolvimento da atividade de Modelagem Matemática buscando provocar o pensar reflexivo.	
CI-5: A escolha por situações-problemas que provoquem questionamentos e argumentos que oportunizem a tomada de postura crítica decorrente do ambiente de aprendizagem.	CF-3: A manifestação de discussões matemáticas, técnicas e reflexivas em relação a hábitos (presentes e futuros) com vistas à tomada de decisão.
CI-6: O desenvolvimento do pensamento e senso crítico comprometido com a necessidade de mudança de hábitos a partir de reflexões sobre o problema estudado.	

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Em razão do exposto e do que representam essas categorias, organizamos o nosso “novo emergente”, apresentado na próxima seção. Com isso, consideramos que explicitamos o processo de ATD desenvolvido no presente estudo e, por conseguinte, a construção do “metatexto” e da “auto-organização” das interconexões entre a MM e a EMC almejadas.

Finalizamos esta seção sintetizando na Figura 2 as etapas da ATD, segundo Moraes e Galiuzzi (2007) bem como a síntese do nosso processo analítico com a finalidade de detalhar tal processo e clarificar nossos encaminhamentos.

Figura 2 - Organização do processo de análise de dados realizado nesta pesquisa



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

INTERCONEXÕES ENTRE A MODELAGEM MATEMÁTICA E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA CRÍTICA

O processo de categorização empreendido neste trabalho revela algumas possibilidades evidenciadas em pesquisas brasileiras sobre as interfaces das duas temáticas abordadas (MM e EMC), mas, para além disso, aponta a necessidade de refletir sobre os propósitos educacionais. Assim, buscaremos debater tais propósitos em nosso metatexto, trazendo as peculiaridades de cada CF empreendida.

Entendemos que o metatexto se constitui em “um processo vivo, um movimento de aprendizagem profunda sobre os fenômenos investigados” (Moraes; Galiuzzi, 2007, p. 34),

combinando o aprender e o comunicar. A produção textual, a compreensão e a teorização tornam-se um movimento inacabado, estreitando teoria e prática e “nisso também se põe em movimento a teorização do pesquisador. O interpretar constitui um modo de teorização” (Moraes; Galiuzzi, 2007, p. 37).

Teorizar, portanto, pode ser entendido de duas formas: uma sendo a construção de novas teorias a partir da análise do *corpus*, e a outra a ampliação de teorias já existentes. Desse modo, trata-se de “um movimento produtivo do pesquisador”, caracterizando essa seção não como resultados a serem descobertos, mas como “resultado de um esforço intenso e rigoroso do pesquisador” (Moraes; Galiuzzi, 2007, p. 38, 39).

Nesse sentido, nosso processo analítico do *corpus* proporcionou o “movimento de ir e vir” (Galiuzzi; Sousa, 2019, p. 10) a partir da classificação das US, do estabelecimento das CI, que oportunizaram o empreendimento das CF, e da compreensão do fenômeno a ser investigado: “que interconexões se mostram presentes nas produções brasileiras envolvendo a Modelagem Matemática e a Educação Matemática Crítica?”.

Iniciamos esta discussão com a seguinte consideração: a “*Educação Matemática é crítica*” (Skovsmose, 2017, p. 103) e somamos a ela o fato de a MM ser uma alternativa para incentivar aspectos como: “crítica, raciocínio, curiosidade, interdependência, autonomia, responsabilidade” (Meyer; Caldeira; Malheiros, 2017, p. 26).

Nesse entendimento, citamos o trabalho inovador de Araújo (2002), ponto de partida de nossa pesquisa, que, ao abordar o tratamento das questões de ensino e aprendizagem de cálculo com projetos de MM, em um ambiente com tecnologias informáticas, destaca que devemos nos atentar para a prática escolar de modo global, para que seja possível o desenvolvimento das atividades em sintonia com o ambiente de ensino e aprendizagem oportunizado pela MM, aliado às tecnologias e fundamentado pela EMC.

Portanto, ao estabelecermos nossa primeira Categoria Final (CF-1): o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática no contexto de situações do cotidiano dos envolvidos que possibilitem reflexões de cunho social, político e/ou econômico, evidenciamos a interconexão entre a realidade e a matemática como fundamento para análise crítica e a importância do contexto no favorecimento da problematização, da investigação e da reflexão em sala de aula.

No Quadro 3, apresentamos alguns fragmentos que compuseram o processo de construção analítica dessa categoria, ao expor alguns fragmentos pertencentes ao movimento.

Quadro 3: Exemplos de fragmentos atrelados à CF-1

Fragmentos	Código
“[...] problemas matemáticos inseridos em situações sociais – para construir uma visão crítica do mundo e nele engajá-los, possibilitando que orientem suas ações para felizes intervenções na realidade que os circunda” (Godoy, 2011, p. 190).	P5F1
“[...] conseguimos perceber a interação de algumas alunas com o seu conhecimento matemático, na capacidade de analisar criticamente situações cotidianas e por meio da Matemática ter condições de resolvê-las, na independência de poder calcular suas receitas e seu lucro sem a ajuda de terceiros e no exercício da cidadania quando aprendem a se colocar no lugar do outro e não pensam apenas em si” (Jacobini, 2004, p. 88).	P12F1

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Fragmentos da produção P7, que objetivou analisar as contribuições da MM crítica como atividade de ensino e investigação, também compuseram a análise do *corpus* da CF-1 destacando dentre as conclusões, que a atividade de MM “mostrou-se, particularmente, promotora na tomada de consciência de que modelos são construções sociais mobilizadas para atender interesses e intencionalidades do sujeito na situação (Sodré, 2013, p. 71).

Ao evidenciarmos esses dois fragmentos, no Quadro 3, como exemplos expressivos dessa categoria, corroboramos a afirmação de Skovsmose (2017, p. 64): “referências à vida real parecem ser necessárias para estabelecer uma reflexão detalhada sobre a maneira como a matemática pode operar em nossa sociedade”.

O professor deve buscar temas cotidianos que interessem os alunos. A educação matematicamente crítica se opõe à prática regular de resolução de situações-problemas sem relação com a realidade vivenciada pelos alunos. Como resultado, um tom crítico permeia a EM, com o objetivo de fornecer aos alunos a alfabetização necessária para refletirem criticamente e compreenderem o mundo tecnológico ao seu redor (Dias; Olgin, 2020).

Identificamos aqui, um elo importante para que a MM seja favorecedora da EMC: a demanda e a relevância de atividades com temáticas reais. As atividades não estão prontas nos livros didáticos, pelo contrário, há a necessidade de buscar um tema de estudo que seja considerado relevante pelos discentes, a fim de oportunizar *insights* e maior envolvimento deles, o que pode se desdobrar em um ambiente favorável e potencial para desenvolver as reflexões pretendidas e entender como isso afeta o cotidiano dos indivíduos.

Particularmente, em se tratando da escolarização nos anos iniciais, Teodoro e Kato (2021, p. 16) elucidam que a

inserção gradativa de atividades de Modelagem Matemática pode pressupor maior comodidade em sala de aula pelos alunos que necessitam se habituar a atividades investigativas, e pelo professor que, igualmente, carece da familiarização como forma de incentivo e segurança para a sua prática docente.

E, de forma geral, as atividades de MM podem auxiliar os alunos a construir reflexões, respostas e comportamentos relacionados ao cenário investigado (Malheiros, 2012).

Nessa categoria, destacamos também a P6, que, ao adotar a MM como ambiente de aprendizagem, revelou as possibilidades de: contribuir para a formação dos alunos, desenvolvendo a capacidade de problematizar e investigar; participação crítica e ativa na sociedade; comprometimento com a construção de uma sociedade mais justa. Nesta produção, Ferreira (2013, p. 185) provoca reflexões sobre um aspecto importante relacionado a nossa investigação: “ao trabalhar com objetivo de abordar conteúdo e questões sociocríticas, em aulas de matemática, que tipo de situações o professor ou pesquisador deve oportunizar?”. Esse questionamento nos leva a pensar sobre os cuidados relativos aos aspectos iniciais que devemos ponderar quando da escolha de temas para atividades de MM com vistas ao favorecimento da EMC.

Isto nos remete às questões sobre o planejar a estruturação e a organização das atividades em sala de aula, em que particularidades do fazer docente e discente nesses ambientes requerem atenção, conforme caracterizado na CF-2: o planejamento e o desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática de modo a favorecer o espírito de cooperação, coletividade e confiança dos atuantes, que passam a ser atuantes no currículo.

Objetivando algumas discussões, apresentamos alguns fragmentos que compuseram o processo de construção analítica dessa categoria (Quadro 4).

Quadro 4: Exemplos de fragmentos atrelados à CF-2

Fragmentos	Código
“difícilmente [os alunos] ficarão sujeitos ao controle e a vontade dos detentores do poder, pois sempre vão interpretar os interesses por trás dos modelos e reagirão no sentido de propor soluções. Enfim, também serão detentores do poder!” (Resende, 2013, p. 128).	P8F3
“a modelagem matemática crítica como atividade de ensino e investigação contribuiu, a considerar a parcialidade, ao fortalecimento do espírito de coletividade ao compartilhar diferentes saberes matemáticos mobilizados para justificar a ‘adequação’ ou não dos modelos matemáticos postos em ‘concorrência’ uma questão apresentada” (Sodré, 2013, p. 67).	P7F1
“A relação entre professora e estudantes abriu espaço a confiança, fundamental para o estabelecimento do diálogo” (Duarte, 2022, p. 194).	P18F4

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Esses fragmentos exemplificados no Quadro 4 trazem elementos que discutem a autonomia, a confiança, o protagonismo do aluno, o trabalho em grupo, destacando os alunos como peças-chave no processo de ensino e aprendizagem envolvendo a MM e a EMC. Nessa perspectiva, tanto professor quanto aluno desempenham papel importante nesse processo, sendo necessária uma parceria; nesta, o ideal é que “os parceiros sejam iguais” (Skovsmose,

2001, p. 17). De modo geral, o elo da MM favorecendo os ideais da EMC abrange o interesse pelo desenvolvimento da EM como suporte da democracia, desdobrando-se em microssociedades em salas de aula (Skovsmose, 2017), e a sinergia entre os envolvidos na tarefa é um ponto-chave para que isso ocorra.

Nessa tessitura, teorizamos que

É pelo diálogo que a aprendizagem se faz crítica e, portanto, o professor tem o compromisso de nutri-lo. Desse ponto de vista, os alunos não devem fazer atividades de Modelagem sozinhos; muito menos, fazer para o professor corrigir o produto, mas devem fazer “com” o professor, em vez de “para” o professor, durante o processo. O docente não é “o” orientador do processo de investigação, mas deve ser, certamente, um dos orientadores; é “co-partícipe” das atividades de Modelagem dos alunos. Cabe a ele o cuidado de compreender a maneira como os alunos pensam para poder se comunicar com eles, pois sem isso não se pode contribuir com o trabalho dos estudantes (Barbosa, 2001, p. 50).

A P3, no Fragmento 1 (F1) também discorreu sobre tal parceria entre professores e alunos, destacando que, quando é oportunizado ao aluno o direito de escolher o tema a ser estudado, por exemplo, é ofertado que ele decida uma parte do seu currículo, tornando-se parte do processo (Herminio, 2009).

Nessa perspectiva, a P10 analisada revela aspectos relevantes em relação ao fazer docente e discente. De modo geral, Miranda (2015) buscou compreender a inserção da EMC em um ambiente escolar público e, em seus escritos, revelou detalhes sobre esse tipo de atividade considerando: o currículo; o próprio projeto desenvolvido; a relação dos alunos com o projeto, com a pesquisa e com o pesquisador. Nos resultados da P10, ficou evidente que a inserção da EMC na escola, preferencialmente, deve ser feita pelo professor que está em contato, cotidianamente, com os alunos, pois o engajamento destes pode acontecer com mais facilidade em razão da proximidade e da familiaridade com esse professor, destacando-se, portanto, como uma particularidade desse tipo de atividade, o que marca um elemento característico para constituição dessa categoria. Miranda (2015) propõe, também, que a EMC deve ser apresentada à carreira do professor o mais cedo possível.

Destacamos, ainda, que, para Jacobini (2004, p. 179), delinear um cenário para investigação consiste em adentrar uma zona de risco, e essa ação não é realizada apenas pela figura do professor, pelo contrário, “(...) ele traz consigo seus alunos e estes se tornam corresponsáveis tanto pelas decisões como pela condução dos trabalhos, muito embora seja utópico esperar que essa corresponsabilidade seja distribuída igualmente entre o professor e os alunos”. A responsabilidade de cada papel no ambiente escolar tem suas limitações, no entanto,

Miranda (2015) considera que o professor que se arrisca a fazer um trabalho de EMC terá resultados diferenciados e experiências próprias.

Frente à teorização dessas duas categorias, constatamos a interconexão entre a MM e a EMC, uma vez que trabalhar nos ambientes de aprendizagem conteúdos cotidianos e reais, o que é oportunizado pela MM na perspectiva da EMC (CF-1), possibilita aos envolvidos uma chance de expressar opiniões, constituir-se parte do processo; com isso, os alunos tendem a se sentir mais confiantes para enfrentar outras situações reais (CF-2), levando essa postura para a vivência em sociedade e corroborando o que propõe a pesquisa de Araújo (2009)

Nessa mesma perspectiva de autonomia do aluno, Campos (2015, p. 39), ao pesquisar as contribuições de uma proposta pedagógica orientada pela MM e o desenvolvimento de posturas críticas em alunos, apontou que:

[...] os sujeitos atuaram em um ambiente de aprendizagem de caráter investigativo tendo autonomia para questionarem, indagarem, conjecturarem à sua maneira sobre as atividades que lhes foram propostas e utilizarem livremente os recursos tecnológicos para coletarem, organizarem, apresentarem e interagirem com os dados obtidos [...].

Da mesma forma, outro trecho do código P5 faz referência ao conteúdo desta categoria quando o autor do trabalho destaca que:

Nesse espaço democrático, os estudantes se sentiam parte do ambiente de aprendizagem [...]. A maneira partilhada de organizar a sala de aula, com a participação dos estudantes, fez com que existisse maior participação e comunicação entre eles e entre eles e os professores/pesquisadores (Ferreira, 2013, p. 184).

Identificamos que, quando aliamos EMC e MM, podemos favorecer o desenvolvimento de competência crítica com vistas ao diálogo investigativo; consideramos, assim, essa afirmação mais uma conexão em nosso debate, embasada pela afirmação de Skovsmose (2017, p. 38): “um sujeito crítico é também um sujeito reflexivo”.

No que se refere a sala de aula com prevalência de diálogo, Jacobini e Wodewotzki (2006, p. 75) caracterizam uma sala de aula crítica em relação à postura de alunos e professores, estes:

[...] aceitam e assumem o papel de participantes na aprendizagem, através da criação de possibilidades múltiplas para a construção do conhecimento, de um lado por meio de atividades intelectuais relacionadas com investigações, consultas e críticas, e do outro lado, através de atitudes voltadas para a práxis social relacionadas com o diálogo constante, o envolvimento e a comunicação.

Ao proporcionar um ambiente educacional dialógico sem a busca de repostas prontas e acabadas, a MM harmoniza um ambiente de aprendizagem que “estimula os alunos a

investigarem situações de outras áreas que não a matemática por meio da matemática” (Barbosa, 2001, p. 6), haja vista que nem matemática nem modelagem são “fins”, mas sim “meios” para questionar a realidade vivida (Barbosa, 2001, p. 4). A partir disso, tecemos interconexões com a CF-3: a manifestação de discussões matemáticas, técnicas e reflexivas em relação a hábitos (presentes e futuros) com vistas à tomada de decisão.

Salientamos que a quantidade de excertos pertencentes a essa categoria (23 fragmentos) denota a intencionalidade das produções pesquisadas de debater a criticidade presente no desenvolvimento das atividades de MM; por esse motivo, apresentamos mais alguns fragmentos a seguir.

Quadro 5 – Exemplos de fragmentos atrelados à CF-3

Fragmentos	Código
“Também analisamos as contribuições dos ambientes de aprendizagem oferecidos pela Modelagem Matemática, como o desenvolvimento do pensamento crítico e potencialização dos estudantes na intervenção e tomada de decisões no contexto social em que vivem” (Flores, 2019, p. 99).	P17F1
“Além dessas noções matemáticas, esses ambientes auxiliaram no desenvolvimento da consciência democrática, promoveram o entendimento do meio social e potencializaram a interação e a tomada de decisões dos estudantes do oitavo e nono anos da Escola Thomé em 2017” (Flores, 2019, p. 101).	P17F2
“Destacamos o potencial de atividades de Modelagem ao contribuírem para o movimento de consciência dos estudantes, provocando uma sequência de pequenas tomadas de consciência e, conseqüentemente, pequenas transformações. E, sem essas (pequenas) mudanças, não haverá transformação!” (Duarte, 2022, p. 195).	P18F6

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Verificamos que outros fragmentos que contribuíram para delinear essa categoria pertencem à tese defendida por Jacobini (2004). O autor analisou as possibilidades de crescimento político dos estudantes, quando a MM é adotada como estratégia de ensino e aprendizagem, por meio da pedagogia de projetos e da análise de narrativas de alunos; avaliamos ser pertinente destacar este recorte:

[...] os estudantes mostraram que, além da competência para construir modelos e aplicar a matemática, estavam igualmente preparados para refletir sobre suas descobertas, principalmente sobre como elas se relacionam com a sociedade, para perceber a matemática como um instrumento de análise [...] (Jacobini, 2004, p. 173).

Ao avançarmos em nossa discussão, evidenciamos que a MM aliada à EMC pode ser considerada um laboratório para cidadania, e vice-versa. Isso é afirmado por Almeida e Silva (2010), quando expõem que a MM à luz da EMC apresenta-se como um laboratório de cidadania em pleno funcionamento. Nesse laboratório, os autores indicam que é possível

identificar valores e atitudes, despertar o interesse para assuntos sociais e o compartilhamento de ideias, contribuindo para a formação do educando, conforme discutido no presente texto.

Na sequência, prosseguiremos com as discussões realizadas nos trabalhos em relação a fatores do desenvolvimento da criticidade nos alunos quanto a posicionamento pessoal, argumentação, protagonismo nas atividades, mobilização e participação crítica a partir de problematização e investigação proporcionada pela MM atrelada à EMC

Analisando os códigos e os fragmentos, destacamos, nessa categoria, um trecho da produção de Campos (2018, p. 227), que abarca as contribuições e as limitações do desenvolvimento desse tipo de atividade e nos auxiliou a delinear a CF-3, o:

[...] decorrer do desenvolvimento do projeto [...] favoreceu que os estudantes realizassem pequenos rompimentos com os limites impostos pela tradição da Educação (Matemática) escolar. Esses pequenos rompimentos são significativos ao se perceber que foi a primeira experiência com a Modelagem proposta segundo a EMC nesse contexto.

Acrescentamos a essa discussão uma constatação de Campos (2015, p. 87), o qual enfatiza que estudantes de ensino fundamental “souberam criar condições para o estabelecimento de um diálogo verdadeiro. Outra contribuição identificada foi a autonomia para tomar decisões e fazer escolhas, com base em critérios diversos não puramente matemáticos”. Face ao exposto nessa discussão da CF-3, compreendemos, assim como Bueno (2011, p. 10), que

Trabalhar com modelagem no ensino não é mera questão de ampliar conhecimento matemático, mas, sobretudo, de se estruturar a maneira de pensar e agir do aluno. Espera-se que, durante o processo de modelagem, educandos e professor adquiram e desenvolvam o senso crítico, ou seja, uma forma de cidadania baseada no entendimento comum.

Nesse sentido, de entendimento comum, a pesquisa (P15) de Silva (2019) evidenciou um aspecto notório quando do entrelaçamento entre a matemática, a EMC e a MM. A criticidade por meio de uma atividade de MM traz possibilidade de analisar o impacto social, a reflexão sobre o futuro e a reflexão sobre os hábitos. Ao discutir as várias lentes por meio das quais as atividades de MM podem ser vistas, a lente social-crítica “ênfatisa o papel da matemática na sociedade e a necessidade de encorajar o pensamento crítico” (Kaiser; Sriraman, 2006, p. 306). Como tal, a crítica é um processo dinâmico que incorpora respostas e ações.

A teoria de Skovsmose (2000) subsidiou nossa CF-3. Segundo Skovsmose (2000), há três tipos de conhecimento relacionados à MM: o conhecimento matemático em si; o

conhecimento tecnológico, que se refere a como construir e usar um modelo matemático; o conhecimento reflexivo, que diz respeito à natureza dos modelos e aos critérios usados na construção, aplicação e avaliação deles, ou seja, refere-se à competência de refletir sobre o uso da matemática e avaliar tal conhecimento. Em outras palavras, não é suficiente que o estudante domine somente técnicas, algoritmos e modelos matemáticos, ele também deve se tornar capaz de fazer análises qualitativas e reflexões, para que conheça o problema real em seus pormenores, de modo a propor soluções.

Nesse sentido, Barbosa (2007) também destaca o entendimento sobre as possíveis discussões que podem ocorrer no ambiente de MM e define as discussões: matemáticas como discussões sobre procedimentos e conceitos matemáticos; técnicas como relativas à tradução da situação real em linguagem matemática; reflexivas considerando a análise dos critérios adotados na construção do modelo matemático e a natureza dele; paralelas como as “[...] que não possuem um claro papel na construção do modelo matemático (Barbosa, 2008, p. 55).

Em consequência desses argumentos aqui debatidos, acreditamos na pertinência da contribuição da MM no desenrolar da EMC, já que, partindo dos pressupostos discutidos até o momento, emerge a possibilidade de instrumentalizar o educando para que possa refletir na tomada de decisões, de maneira crítica na sociedade, resultando em *empowerment*. Segundo Skovsmose (2008), *empowerment* pode ser compreendido como: dar poder a, dinamizar a potencialidade do sujeito ou investir-se do poder para agir.

Considerando o exposto, a busca de conhecimentos, em uma visão crítica, é necessária pois “as pessoas podem até aprender e se sentirem bem, mas, provavelmente, não serão capazes de usar esse conhecimento na solução de seus problemas e na transformação da sociedade” (Paiva; Sá, 2011, p. 02). Nesse sentido, e contribuindo para nossa argumentação, Skvosmose (2017, p. 39) indaga:

de que maneira desenvolver uma educação matemática que não torne opaca a introdução dos alunos ao pensamento matemático, mas que os leve a reconhecer suas próprias capacidades matemáticas e a se conscientizarem da forma pela qual a matemática opera em certas estruturas tecnológicas, militares, econômicas e políticas?

Destarte, questionar a natureza da matemática ou se inquietar sobre “de que matemática” estamos falando pressupõe o “reconhecimento de que ela não é única nem inquestionável. Reconhecer a matemática como uma construção humana, determinada por condições históricas e geográficas, impregnada de valores e interesses” (Araújo, 2009, p. 64), e isso fundamenta a concepção de que “trabalhar com modelagem é saber que o conhecimento é datado” (Meyer; Caldeira; Malheiros, 2017, p. 33). Logo, esses autores, corroborando o exposto por Araújo

(2009), defendem a ideia de que a MM se enquadra em uma “concepção de educar matematicamente” (Meyer; Caldeira; Malheiros, 2017, p. 33), e não deve ser considerada apenas um método para ensinar a matemática, pois, ao reduzi-la assim, legitima-se a ideia de matemática como imutável e verdadeira.

Insistimos neste propósito:

a matemática pode ser acionada em tecnologia, produção, automação, tomada de decisão, gestão, transações econômicas, rotinas diárias, procissão de informações, comunicação, procedimentos de segurança, etc. De fato, a matemática em ação desempenha um papel em todas as esferas da vida. É uma preocupação de uma educação matemática crítica abordar a matemática em suas muitas formas diferentes de aplicações e práticas (Skovsmose, 2014, p. 5).

O estabelecimento dessas três CF indica que existe um movimento, uma intenção convergente no debate sobre os temas relacionados ao foco desta pesquisa e que isso precisa ser incentivado, pois reafirmamos o que já foi explicitado neste texto: a “Educação Matemática é crítica” (Skovsmose, 2017, p. 103), e o ensino e a aprendizagem dialógicos podem ser apontados como uma maneira de desenvolver competências críticas mais amplas relacionadas à matemática (Skovsmose, 2014).

Em razão do exposto, finalizamos esta seção interconectando aspectos relevantes de atividade de MM impulsionando os ideais da EMC: os envolvidos, ao aceitarem o convite para discutirem uma situação cotidiana e real (CF1), pensada de modo a evidenciar a sinergia entre o fazer docente e discente (CF2), aprendem juntos a partir de uma educação dialogal e democrática (CF3).

CONSIDERAÇÕES FINAIS: REFLEXÕES SOBRE O POTENCIAL DESSAS INTERCONEXÕES NO CONTEXTO DAS AULAS DE MATEMÁTICA

Reforçamos que investigar e investir nesta questão: “que interconexões se mostram presentes nas produções brasileiras envolvendo a Modelagem Matemática e a Educação Matemática Crítica?” nos proporcionou a constituição de um movimento de compreensão empreendido à luz da ATD, o que garantiu a emergência e a visibilidade das nossas três CF. Ou seja, quando buscamos a união entre MM estrategicamente aliada ao universo da EMC, os elementos sobressalentes nos remetem às seguintes interconexões:

- CF-1: o desenvolvimento de atividades de MM no contexto de situações do cotidiano dos envolvidos que possibilitem reflexões de cunho social, político e/ou econômico;
- CF-2: o planejamento e o desenvolvimento de atividades de MM de modo a favorecer

o espírito de cooperação, coletividade e confiança dos atuantes, que passam a ser atuantes no currículo;

- CF-3: a manifestação de discussões matemáticas, técnicas e reflexivas em relação a hábitos (presentes e futuros) com vistas à tomada de decisão.

Contudo, mesclar MM e EMC apenas para ter uma aula diferenciada não faz jus aos princípios aqui debatidos. Ponderamos uma como fortalecedora da outra; a partir dessa percepção, podemos obter benefícios para os alunos, servindo de alternativa emancipatória para o aprendiz em formação.

Admitimos a pertinência da contribuição da MM no desenrolar da EMC, no sentido de instrumentalizar o educando para que possa refletir na tomada de decisões, por meio da matemática, de maneira crítica na sociedade. O debate proposto neste estudo não tem a finalidade de excluir ou desqualificar o uso da matemática pura e de semirrealidade, pelo contrário, enfatizamos que são métodos importantes que têm seu espaço nos ambientes de ensino. Todavia, propomos uma reflexão da relevância da MM como ferramenta para interceder criticamente em situações da vida real dos alunos.

Nessa abordagem, é notório que a EMC faz uma adição substancial à MM, e vice-versa, revelando a potencialidade, quando há intencionalidade do professor e/ou pesquisador, de evidenciar a emergência de tais interconexões. Nem sempre, porém, quando falamos de EMC, falamos de MM, ou o contrário. Tanto atividades de MM quanto pressupostos de EMC podem acontecer de forma dissociável, no entanto, ao findar este levantamento e analisar as categorias empreendidas, é inegável que a união de tarefas de MM à luz da EMC serve como fio condutor que liga conceitos matemáticos a discussões críticas e reflexivas.

Discutir e abordar o tema proposto nos direcionou a outras inquietações, por exemplo: partindo da análise dessas interconexões, em que medida as produções brasileiras contribuem para o avanço das pesquisas na área de MM e EMC? Como isso se desdobra na escola? Como esse cenário está configurado em relação à formação de professores?

Defendemos que é essencial a aproximação das instituições superiores com diferentes níveis de ensino e modalidades, a fim de incitar tais interconexões, uma vez que, em razão do apresentado neste estudo, asseguramos que tanto a EMC como a MM podem ter suas potencialidades aumentadas quando desenvolvidas mutuamente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. W.; SILVA, A. Por uma educação matemática crítica: a modelagem matemática como alternativa. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 12, n. 2, jul. 2010. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/2752>. Acesso em: 06 fev. 2023.

ARAÚJO, J. L. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática**: as discussões dos alunos. 2002. 173 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Programa de Pós-graduação em Educação Matemática, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002. Disponível em: <http://150.164.25.15/~jussara/tese/tese.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2023.

ARAÚJO, J. L. Uma abordagem sócio-crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria**: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37948/28976>. Acesso em: 14 jan. 2023.

BARBOSA, J. C. A prática dos alunos no ambiente de Modelagem Matemática: o esboço de um framework. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. de L. (org.). **Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira**: pesquisas e práticas educacionais. Recife: Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 2007. p. 161-174.

BARBOSA, J. C. As discussões paralelas no ambiente de aprendizagem modelagem matemática. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 10, n. 1, p. 47-58, jan./jun. 2008. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/77/0>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais eletrônicos** [...]. Rio Janeiro: ANPED, 2001. Disponível em: https://www.ufrgs.br/espmat/disciplinas/funcoes_modelagem/modulo_I/modelagem_barbosa.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática: o que é? Por que? Como? **Veritati**, [s. l.], n. 4, p. 73-80, 2004. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Matematica/artigo_veritati_jonei.pdf. Acesso em: 15 mar. 2023.

BUENO, V. C. **Modelagem Matemática**: quatro maneiras de compreendê-la. Minas Gerais: Universidade Federal de Ouro Preto, 2011. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2439/3/PRODUTO_ModelagemMatem%C3%A1ticaQuatro.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

CAMPOS, D. G. **O desenvolvimento de posturas críticas nos estudantes do 9º ano do ensino fundamental por meio da Modelagem Matemática**. 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/5960/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_DesenvolvimentoPosturasCr%c3%adticas.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

CAMPOS, I. da S. **A divisão do trabalho no ambiente de aprendizagem de modelagem matemática segundo a educação matemática crítica**. 2018. 253 f. Tese (Doutorado em

Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-AWKKZY/1/campos_2018.pdf. Acesso em: 14 mar. 2023.

CEOLIM, A. J.; HERMANN, W. Ole Skovsmose e sua educação matemática crítica. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 1, n. 1, p. 8-20, jul./dez., 2012. Disponível em: <https://periodicos.unespar.edu.br/index.php/rpem/article/view/5922/3945>. Acesso em: 10 abr. 2023.

DIAS, C.; OLGIN, C. Educação Matemática Crítica: uma experiência com o tema educação financeira. **REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p. 1-18, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2020.e70007/42915>. Acesso em: 4 abr. 2023.

DUARTE, A. A. **Práticas de Modelagem Matemática e o despertar para a consciência crítica de estudantes do ensino fundamental**. 2022. 218 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, 2022. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/6095/5/Adri%c3%a9li_Duarte2022.pdf. Acesso em: 16 jun. 2023.

FERREIRA, N. S. **Modelagem Matemática e as Tecnologias de Informação e Comunicação como ambiente para abordagem do conceito de função segundo a Educação Matemática Crítica**. 2013. 243 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. Disponível em: file:///C:/Users/NT330004/Downloads/DISSERTA%C3%87%C3%83O_ModelagemMatem%C3%A1ticaTecnologias.pdf. Acesso em: 14 fev. 2023.

FLORES, L. S. **Educação do Campo e Modelagem Matemática**: construção de estufa para a produção de orgânicos na zona rural de São Sebastião do Caí. 2019. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/196190/001095451.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 abr. 2023.

GALIAZZI, M. C.; SOUSA, R. S. A dialética na categorização da análise textual discursiva: o movimento recursivo entre palavra e conceito. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, v. 7, n. 13, p. 01-22, abr. 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/332823239_A_dialetica_na_categorizacao_da_analise_textual_discursiva_o_movimento_rekursivo_entre_palavra_e_conceito. Acesso em: 15 fev. 2023.

GODOY, E. V. **Currículo, cultura e educação matemática**: uma aproximação possível? 2011. 201 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-20012012-094632/publico/ELENILTON_VIEIRA_GODOY.pdf. Acesso em: 14 mar. 2023.

HERMINIO, M. H. G. B. **O processo de escolha dos temas dos projetos de modelagem matemática**. 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/17383727-O-processo-de-escolha-dos-temas-dos-projetos-de-modelagem-matematica.html>. Acesso em: 15 mar. 2023.

INTERCONEXÃO. **Michaelis**, [2023]. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=interconex%C3%A3o>. Acesso em: 3 fev. 2023.

KAISER, G.; SRIRAMAN, B. A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. **The International Journal on Mathematics Education**, [s. l.], v. 38, n. 3, p. 302-310, 2006.

JACOBINI, O. R. **A modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula**. 2004, 225 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/31c0c129-7465-4c88-854b-ae79cef3e616/content>. Acesso em: 14 fev. 2023.

JACOBINI, O. R.; WODEWOTZKI, M. L. L. Uma reflexão sobre a Modelagem Matemática no contexto da Educação Matemática Crítica. **Bolema**, [s. l.], v. 19, n. 25, p. 1-16, 2006. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1876>. Acesso em: 07 jun. 2023.

LOZADA, C. O. **Direito ambiental: relações jurídicas modeladas pela matemática visando uma formação profissional crítica e cidadã dos bacharelados em engenharia ambiental**. 2013. 320 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05052014-104650/publico/CLAUDIA_DE_OLIVEIRA_LOZADA_rev.pdf. Acesso em: 10 fev. 2023.

MALHEIROS, A. P. S. Pesquisas em Modelagem Matemática e diferentes tendências em Educação e em Educação Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 861-882, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/JbFC9gQyjQxwKG54chyy5Gk/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 15 jun. 2023.

MELILLO, C. **A dualidade na formação no ensino profissionalizante em um ambiente de aprendizagem de modelagem matemática**. 2017. 227 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-AR6G4A/1/tese_celio_roberto_melillo.pdf. Acesso em: 14 fev. 2023.

MELLO, J. A. de. **A Modelagem Matemática na perspectiva sócio-crítica: uma experiência em um curso de costureiras**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016. Disponível em:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/148201/001001686.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 fev. 2023.

MEYER, J. F. C. A.; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. S. **Modelagem em Educação Matemática**. 3. ed. reimp. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2017.

MIRANDA, F. O. **A inserção da Educação Matemática Crítica na escola pública: aberturas, tensões e potencialidades**. 2015. 179 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/54772bb5-fbb6-454e-a90e-ca541abaf9fe/content>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/SJKF5m97DHyhL5pM5tXzdi/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 maio 2023.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 1. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.

MOROSINI, M. C.; FERNANDES, C. M. B. Estado do conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções. **Educação Por Escrito**, Porto Alegre, v. 5, p. 154-164. 2014. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/porescrito/article/view/18875/12399>. Acesso em: 15 abr. 2021.

NÓBREGA-TERRIEN, S.; TERRIEN, J. O estado da questão: sua compreensão na construção de trabalhos científicos: reflexões teórico-metodológicas. **Estudos em Avaliação Educacional**, [s. l.], v. 15, n. 30, p. 5-16, jul./dez. 2004. Disponível em: <http://www.fcc.org.br/pesquisa/publicacoes/ae/arquivos/1203/1203.pdf>. Acesso em: 16 maio 2023.

OLIVEIRA, M. S. **Interpretação e comunicação em ambientes de aprendizagem gerados pelo processo de modelagem matemática**. 2010. 126 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/2707/1/Dissertacao_InterpretacaoComunicacaoAmbientes.pdf. Acesso em: 25 maio 2023.

PAIVA, A. M. S.; SÁ, I. P. Educação Matemática Crítica e práticas pedagógicas. **Revista Iberoamericana de Educación**, [s. l.], n. 55/2, 2011.

RESENDE, W. M. **Reflexões sobre modelos socioeconômicos à luz de premissas e pressupostos: o programa bolsa família como ponto de partida**. 2013. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2934/1/DISSERTA%c3%87%83OReflex%b5esModelosSocioecon%b4micos.pdf>. Acesso em: 25 maio 2023.

RIBEIRO, M. E. M.; RAMOS, M. G. A estruturação de subprojetos de Química do Pibid na forma de uma Comunidade de Prática: vivências desse modo de formação de professores no

Rio Grande do Sul. **Revista Thema**, Pelotas, v. 16, n. 3, p. 636-652, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1497/1282>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ROMANOWSKI, J. P. **As licenciaturas no Brasil**: um balanço das teses dissertações dos anos 90. 2002. 146 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-22102014-134348/publico/JOANA_PAULIN_ROMANOWSKI.pdf. Acesso em: 20 fev. 2023.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo "estado da arte" em educação. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 6, n. 19, p. 37-50, set./dez. 2006. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189116275004>. Acesso em: 20 jan. 2023.

SANTOS, M. A. **A produção de discussões reflexivas em um ambiente de modelagem matemática**. 2007. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/15858/1/Marluce%20Alves%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2023.

SANTOS, R. A. dos; FACHÍN-TERÁN, A.; NICOT, Y. E. O paradigma da matemática crítica e a ecopedagogia: convergências e implicações no ensino de ciências e matemática. In: GONÇALVES, T. V. O.; MACÊDO, F. C. da S.; SOUZA, F. L. (org.). **Educação em ciências e matemáticas**: debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores. Porto Alegre: Penso, 2015. p. 36-44.

SILVA, R. M. Atividades de modelagem matemática com estudantes em vulnerabilidade social: uma análise à luz da educação matemática crítica. 2019. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4023/1/LD_PPGMAT_M_Silva%2c%20Rafael%20Machado%20da_2019.pdf. Acesso em: 15 jun. 2023.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. Tradução: Jonei Cerqueira Barbosa. **Bolema**, Rio Claro, v. 13, n. 14, p. 66-91, 2000. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/10635>. Acesso em: 17 jun. 2023.

SKOVSMOSE, O. **Desafios da reflexão em Educação Matemática Crítica**. Campinas: Papirus, 2017.

SKOVSMOSE, O. **Educação Matemática Crítica**: a questão da democracia. Tradução: Abigail Lins & Jussara Loiola Araújo. Campinas: Papirus, 2001. (Coleção Perspectiva em Educação Matemática).

SKOVSMOSE, O. **Um convite à Educação Matemática Crítica**. Campinas: Papirus, 2014

SODRÉ, G. J. M. **Modelagem matemática crítica como atividade de ensino e investigação**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

TEODORO, F. P.; KATO, L. A. A prática pedagógica com modelagem matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Em Teia** – Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana, [s. l.], v. 12, p. 1-25, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/view/250457/pdf_1. Acesso em: 15 jan. 2023.

TRAINOTTI, A. **A educação estatística e a modelagem matemática na formação crítica dos estudantes do ensino médio de escolas do município de Rio do Sul – SC**. 2019. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/199298/001100463.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 maio 2023.

Submetido em 24/04/2023.

Aprovado em 16/11/2023.