

MODOS DE COMPREENDER A MODELAGEM MATEMÁTICA NA MATEMÁTICA APLICADA E NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

MODES OF UNDERSTANDING MATHEMATICAL MODELING IN APPLIED
MATHEMATICS AND IN MATHEMATICS EDUCATION

Carla Melli Tambarussi

Doutora em Educação Matemática. Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), Imperatriz, Maranhão, Brasil.

 <https://orcid.org/0000-0002-4359-1766>

 carla.tambarussi@uemasul.edu.br

RESUMO: O artigo tem como foco explicitar alguns entendimentos acerca da Modelagem Matemática na Matemática Aplicada e na Educação Matemática. Esses entendimentos são reflexos do nosso olhar sobre o tema, sobre o que os pesquisadores da área expressam em seus trabalhos e sobre aquilo que foi se mostrando importante durante o percurso de estudo acerca da temática. Para tanto, voltamos nosso olhar para o Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (CNMAC), principal evento da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC), que abrange um eixo temático destinado à Modelagem Matemática e Aplicações e, também, para a Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM), principal evento da Modelagem no contexto da Educação Matemática em âmbito nacional. Ao explicitar os distintos modos de compreender a Modelagem Matemática, em ambas as áreas de pesquisa: Matemática Aplicada e Educação Matemática, evidencia-se a complexidade do tema, as potencialidades e as lacunas que podem ser (re)visitadas por aqueles que desenvolvem pesquisas com Modelagem Matemática, em especial na Educação Matemática.

Palavras-chave: Ensino e Aprendizagem. Pesquisa Qualitativa. Tendência em Educação Matemática.

ABSTRACT: The article focuses on making explicit certain understandings of Mathematical Modeling in Applied Mathematics and in Mathematics Education. These understandings reflect our perspective on the subject, what proved to be important throughout the study of the topic, and what researchers in the field express in their work. To this end, we turned our attention to the National Congress of Applied and Computational Mathematics (CNMAC), the main event of the Brazilian Society for Applied and Computational Mathematics (SBMAC), which includes a thematic axis dedicated to Mathematical Modeling and Applications, and also to the National Conference on Modeling in Mathematics Education (CNMEM), the main event on Modeling within the context of Mathematics Education in Brazil. By making explicit the different ways of understanding Mathematical Modeling in both research areas—Applied Mathematics and Mathematics Education—the complexity of the topic becomes evident, as well as the potentialities and gaps that may be (re)visited by those who conduct research on Mathematical Modeling, particularly in Mathematics Education.

Keywords: Teaching and Learning. Qualitative Research. Trend in Mathematics Education.

INTRODUÇÃO

No livro: “Na vida dez, na escola zero”, os autores Nunes, Carraher e Schliemann (2011) afirmam que a aprendizagem de Matemática na sala de

aula é um momento de interação entre a Matemática organizada pela comunidade científica, ou seja, a Matemática formal, e a Matemática como atividade humana. Essa afirmação é feita, pois, segundo os mesmos autores, não devemos esquecer de que o professor é uma pessoa, que organiza, ele próprio, sua atividade matemática, bem como o fato de que a Matemática praticada na sala de aula é uma atividade humana cujo foco principal é a aprendizagem do aluno.

Desse modo, ao tomarmos a aprendizagem do aluno como atividade principal, o ensino de Matemática, não deve, por exemplo, ser pautado apenas e unicamente por uma lógica dedutiva, aspecto este que é primordial para o que se denomina por Matemática formal. No âmbito da sala de aula, por sua vez, dificilmente ela, a Matemática, pode ser apresentada e explicitada, exclusivamente, pelas “leis” da lógica.

É nesse contexto e assumindo a complexidade que abrange o processo de ensino e de aprendizagem da Matemática, que há na comunidade da Educação Matemática, pesquisas e debates sobre práticas pedagógicas acerca de, por exemplo, modos de encaminhar as aulas de Matemática. Esses modos abarcam um ensino e aprendizagem com Modelagem Matemática (MM)¹, com Resolução de Problemas, com Investigação Matemática, com Etnomatemática, com Tecnologias, com História da Matemática, com materiais manipuláveis, com diversidade de materiais didáticos, com atividades que envolvam investigação, problematização, criatividade.

Com esse entendimento, no texto aqui apresentado, nos dedicamos a explicitar aspectos concernentes à Modelagem Matemática. Essa escolha se justifica pelo percurso que foi e continua sendo constituído no contexto da vida acadêmica: com o desenvolvimento do mestrado, do doutorado, de outras pesquisas científicas e participações em eventos da área.

Ao falar sobre a Modelagem Matemática e o percurso da vida acadêmica, nos referimos, especificamente, à Modelagem Matemática na Educação Matemática. No entanto, para compreendê-la, em seus sentidos e significados, é imprescindível entender o lugar do qual ela é oriunda: a Modelagem Matemática na Matemática Aplicada.

Desse modo, na busca por compreender a Modelagem Matemática, optamos por seguir caminhos semelhantes, isto é, olhar para os textos publicados em anais de eventos significativos tanto da Modelagem na Matemática Aplicada quanto da Modelagem na Educação Matemática.

COMPREENSÕES SOBRE A MODELAGEM MATEMÁTICA NA MATEMÁTICA APLICADA

No contexto da Matemática Aplicada, o evento tomado como foco foi o Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional (CNMAC), pois se trata do principal evento da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC). Ao analisarmos os anais deste evento, constata-

se que as publicações estão subdivididas por eixos de trabalho; dentre os quais, há um denominado *Modelagem Matemática e Aplicações*.

No site do congresso supracitado, estão disponíveis os anais das XXXI, XXXII, XXXIII e XXXIV edições do CNMAC. Para o levantamento a que nos propomos fazer, isto é, buscar identificar, nos textos publicados, as compreensões de Modelagem Matemática na Matemática Aplicada, olhamos para os anais das duas últimas edições do evento, por serem os mais atuais. Quantitativamente, tivemos acesso a 106 textos vinculados ao eixo de trabalho: Modelagem Matemática e Aplicações.

Ao estudarmos esses textos, identificamos que eles não apresentam um subitem específico sobre Modelagem Matemática, o que, de modo geral, é recorrente nos textos que tratam de Modelagem na Educação Matemática. Na ausência do subitem, buscamos, em cada um dos textos, a palavra Modelagem.

O resultado da busca efetuada nos causou inquietação, pois ainda que os trabalhos estivessem vinculados ao eixo de Modelagem Matemática e Aplicações, em 48 deles, a palavra Modelagem não é mencionada. Em outros textos analisados, emergem os termos: Modelagem hidrodinâmica; Modelagem ambiental; Modelagem numérica; Modelagem computacional; Modelagem de curvatura; Modelagem cinética; Modelagem microscópica; Modelagem Fuzzy; Modelagem de fenômenos biológicos; Modelagem dos sistemas; Modelagem do problema. Já em 33 dos textos publicados, as palavras Modelagem e/ou Modelagem Matemática aparecem no título, palavras-chave e/ou referências.

Ressalta-se, também, que os autores dos trabalhos analisados não adotam um referencial teórico para tratar da Modelagem Matemática na Matemática Aplicada. Fica evidente, desse modo, de que há um entendimento naturalizado, para os autores, acerca do que seja a Modelagem Matemática nessa área de pesquisa.

Ao destacarmos que esses textos não explicitam, em nível teórico, uma compreensão acerca do que é a Modelagem Matemática, não estamos fazendo uma crítica a esses autores e respectivos textos, mas apresentando características que são próprias desses trabalhos.

Ainda buscando compreender aspectos concernentes à Modelagem Matemática na Matemática Aplicada, passamos ao estudo de alguns textos que abordam a temática. Nesse contexto, Javaroni (2007, p. 26), afirma que a Modelagem Matemática foca em eventos que descrevem situações da *realidade*, como “[...] nos processos de mecanismos de controle de dinâmica populacional, de epidemiologias, de processos neurológicos [...]”. Alguns desses eventos conquistaram maior destaque como é o caso, por exemplo, dos modelos de crescimento populacional: Malthus e Verhulst e do modelo SIR, desenvolvido por Pasteur e Kock para o estudo da propagação de doenças transmissíveis (Sossae; Meyer, 2006).

Esses autores afirmam que “[...] a modelagem matemática [...] corresponde àquelas atividades que levam à formulação e ao uso de um

modelo matemático adequado para o estudo, à compreensão ou à resolução de um problema [como o crescimento populacional]. Ou, ainda, à reformulação do modelo” (Sossae; Meyer, 2006, p.150, inserção nossa). Com uma compreensão semelhante à exposta, Bassanezi (2002, p. 24, grifo nosso) apresenta a Modelagem Matemática como:

[...] um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsão de tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da *realidade* em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual.

Para que esse processo dinâmico, no qual o foco está em *transformar* problemas da *realidade* em problemas matemáticos, seja eficiente em termos de resultados matemáticos, deve-se levar em consideração que “[...] estamos sempre trabalhando com *aproximações* da realidade, ou seja, estamos elaborando sobre representações de um sistema ou parte dele” (Bassanezi, 2002, p. 24, grifo do autor). Ao corroborar o fato de que ao trabalhar com Modelagem Matemática considera-se que essa atividade se dá com *aproximações e representações*, Negrelli (2008, p. 36-37) afirma:

[...] ao utilizarmos uma representação para a órbita dos planetas do sistema solar podemos adotar uma órbita circular, o que nos permite estudar o movimento desses astros em um determinado contorno. No entanto, a simplificação da órbita de modo a considerá-la circular é algo externo ao que de fato ocorre, mas nos permite estudar os fenômenos com certa aproximação.

Henry Pollak, um dos pioneiros da área, acrescenta que, na Modelagem Matemática na Matemática Aplicada,

First thing you do is to identify something in the real world that you want to know or to do or to understand so the result at the end of step one is a question in the real world. Then we select particular objects within that question that seem important to the real world question and we identify the relations among them. So at this stage we have identified key concepts in the real world situation. Three - we then decide what we will keep and what we'll ignore about the objects and their interrelations. You simply cannot take everything into account. And the result then is an idealized version of the original question. Then, once we have this idealized version, we translate it into mathematical terms and we obtain a mathematical formulation of this idealized question (Pollak, 2007, p. 111)².

No mesmo sentido, Bean (2001, p. 51), ao compreender o modo como procede o profissional que trabalha no contexto da Modelagem na Matemática Aplicada, explicita que ele “[...] modela uma situação, onde há um problema, para melhor entendê-la. Ele define os parâmetros, as

características e as relações que são pertinentes à resolução do problema”. Acrescenta também:

As características e relações, extraídas de hipóteses e aproximações simplificadoras, são traduzidas em termos matemáticos (o modelo), nos quais a matemática reflete a situação do problema. Durante e depois da criação do modelo, o profissional verifica a coerência da matemática e a validade do modelo no contexto do problema original. Os ajustes, modificações ou novos modelos serão realizados ao longo do processo, até que um modelo aceitável dê conta do enfrentamento do problema (Bean, 2001, p. 51).

Os estudos, por nós realizados, indicam, também, que os autores que tratam da Modelagem Matemática na Matemática Aplicada parecem considerá-la como uma atividade que tem como foco *transformar problemas da realidade* em problemas matemáticos. Desta afirmação, voltamo-nos, de modo atento, para o termo *problemas da realidade* e questionamos como os autores compreendem esses problemas. Embora não haja nos textos lidos uma argumentação específica sobre o nosso questionamento, destacamos exemplificações que podem indicar o modo como os autores entendem tais problemas.

Em Bassanezi (2002), os *problemas da realidade* são apresentados por temas de estudo, tais como: 1) O tema Maçã, no qual se buscou investigar a escolha do terreno para o plantio da fruta, o preparo das covas para seu plantio; 2) O tema Vinho, que envolveu a problemática do seu armazenamento, temperatura, alcoolismo; 3) Temas biológicos, como aqueles envolvendo crescimento populacional. Fowler (1997), Pollak (2007) e Sossae e Meyer (2006), apresentam exemplos de *problemas da realidade*, voltados à mecânica das bacias de drenagem, a datação do carbono, às engenharias e ao teste para diabetes.

Dos exemplos trazidos pelos autores e do modo como apresentam o trabalho com a Modelagem, embora não esteja escrito explicitamente como compreendem *realidade*, entendemos que ela é tomada como o que está fora, como o que é exterior à Matemática, como algo objetivamente dado, que *está aí* acontecendo. Busca-se por situações que podem ou são enfrentadas por agricultores, por profissionais da saúde, entre outros e o foco está em solucioná-las, compreendê-las matematicamente, mediante a apresentação de um modelo matemático.

Outro aspecto relevante diz sobre o entendimento da Modelagem na Matemática Aplicada como uma atividade que leva à formulação e ao uso de um modelo matemático. Modelo matemático que, nesse contexto, é, segundo Fowler (1997), a *representação* de um processo e, normalmente, refere-se a um conjunto de equações que descrevem um número de variáveis. De modo semelhante, Bassanezi (2002, p. 20, grifo nosso) denomina modelo matemático “como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que *representam* de alguma forma o objeto estudado”.

As explicitações dos autores, expostas anteriormente, acerca do termo *modelo*, expressam, também, a articulação dele com o termo *representação*. *Representar*, no dicionário da língua portuguesa, é apresentado como “ser a imagem ou a reprodução de; figurar como símbolo” (Houaiss, 2025, s. p) e tem como sinônimo as palavras *espelhar*, *retratar*, *traduzir*. Em Abbagnano (2007, p. 853, grifo do autor), *representação* “indica imagem ou ideia ou ambas as coisas”. O uso desse termo foi sugerido aos escolásticos pelo conceito de conhecimento como “semelhança” do objeto. “Representar algo” — dizia S. Tomás de Aquino — “significa conter a semelhança da coisa”.

Destacamos que outros entendimentos sobre o termo *representação* podem ser trazidos à discussão. No entanto, compreendemos que, no âmbito do trabalho com a Modelagem Matemática na Matemática Aplicada, ele expressa que, ao se formular um modelo matemático, busca-se ilustrar, traduzir, *representar* em linguagem matemática a situação investigada.

Ressalta-se, com os estudos feitos, a Modelagem como uma forma de *abstração* e *generalização* com a finalidade de *previsão* de tendências, além de trabalhar com *aproximações*, *simplificações* e *representações*. Os termos em destaque se articulam entre eles e, também, com os dois aspectos realçados anteriormente, isto é: a Modelagem, enquanto uma atividade que visa a *transformar* problemas da *realidade* em problemas matemáticos, bem como aquela que foca a formulação de modelos matemáticos, uma vez que:

A transformação de problemas do mundo real para modelos matemáticos nos desafia, pois, por mais que desenvolvamos um estudo da realidade vivenciada por nós, os modelos que a descrevem exigem um processo de abstração que implica, certamente, em uma seleção prévia de variáveis a serem consideradas. Assim, ao procurar modelos que descrevam a realidade, o que costumeiramente fazemos é limitar nosso sistema, deixando de lado alguns fatores que não são interessantes para o estudo em questão. Posteriormente podemos fazer análise desses fatores que não foram analisados anteriormente, procurando chegar a um modelo mais completo (Doval; Anastacio, 2005, p. 8).

Com esses entendimentos acerca da Modelagem Matemática na Matemática Aplicada, na próxima seção apresentamos algumas compreensões sobre a Modelagem na Educação Matemática.

COMPREENSÕES SOBRE A MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Diferentemente da Modelagem Matemática na Matemática Aplicada, é comum os textos, que abordam a Modelagem Matemática na Educação Matemática, apresentarem um referencial teórico que aborde o entendimento sobre Modelagem. Essa recorrência se justifica pelo próprio movimento da área que segundo Biembengut (2009) ganha força com o auxílio de diversos professores e pesquisadores, dentre os quais, Biembengut (2009) destaca: Aristides C. Barreto, Ubiratan D’Ambrosio,

Rodney C. Bassanezi, João Frederico Meyer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani. Segundo a autora, “[...] Graças a esses precursores, discussões desde *como se faz* um modelo matemático e *como se ensina* matemática [...] permitiram emergir a linha de pesquisa de *modelagem matemática no ensino brasileiro*” (Biembengut, 2009, p. 8, grifos da autora).

Essas discussões aliadas à orientação de dissertações e de teses, impulsionaram a divulgação e a possível implementação da Modelagem Matemática na educação brasileira. Desde esse movimento inicial de divulgação, a autora destaca a presença de distintas compreensões de Modelagem no âmbito da Educação Matemática que possibilitaram, por sua vez, novas compreensões.

[...] Mesmo conhecendo modelagem matemática, ao utilizarem-na como estratégia de ensino de matemática suas concepções diferenciaram-se. E ao divulgarem suas experiências e propostas em eventos, expressaram suas concepções em geral, das experiências que deram certo, dos bons resultados. Por consequência, instigaram em vários participantes novos entendimentos, concepções e tendências de modelagem (Biembengut, 2009, p. 12-13).

As variedades de modos de se compreender a Modelagem decorre, segundo Bean (2001), da dificuldade de adaptar a Modelagem Matemática, praticada no campo da Matemática Aplicada (onde atua o matemático profissional) ao campo das práticas pedagógicas, onde atua o professor de matemática.

Considerando essa diversidade de compreensões, deparamo-nos com o desafio de destacar quais delas abordar. Nesse contexto, tomamos o trabalho de Klüber (2012): “Uma metacompreensão da Modelagem Matemática na Educação Matemática”, no qual ao interrogar “o que é isto: a Modelagem Matemática na Educação Matemática?” fez um levantamento dos textos mais citados nos trabalhos apresentados na VI Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática – CNMEM realizada, em 2009, na cidade de Londrina – PR e indicou autores significativos de MM. Os autores destacados por ele são: 1) Lourdes Maria Werle de Almeida; 2) Jonei Cerqueira Barbosa; 3) Jussara de Loiola Araújo; 4) Rodney Carlos Bassanezi; 5) Dionísio Burak; 6) Ademir Donizeti Caldeira; 7) Maria Salett Biembengut e Nelson Hein e 8) Otávio Jacobini.

Reconhecendo o rigor do trabalho desse autor, mas ainda com o desafio de selecionar e justificar as compreensões de MM, buscamos as comunicações científicas - CC e relatos de experiência - RE, publicadas nos anais das edições de 2011, 2013, 2015 e 2017 da CNMEM.

Do quantitativo de 287 trabalhos, dos quais 166 são CC e 121 são RE, foram mencionadas compreensões de Modelagem Matemática em 219 trabalhos. Ao identificarmos, nesses textos, citações concernentes às compreensões de Modelagem, destacamos os primeiros autores dessas citações e no quadro 01 apresentamos os autores citados mais que dez vezes, os quais indicam, segundo nosso entendimento, tanto pelas vezes em

que foram indicados, quanto pela sobreposição aos mencionados em Klüber (2012), uma matriz das ideias sobre MM em Educação Matemática no Brasil.

Quadro 1 – Autores e quantidade de citações

Referência (como primeiro autor)	Quantidade
BARBOSA	126
BASSANEZI	96
ALMEIDA	88
BIEMBENGUT	56
BURAK	43
ARAÚJO	18
CALDEIRA	11

Fonte: Adaptado de Tambarussi (2021)

Desse modo, no movimento de elencar as compreensões de Modelagem Matemática na Educação Matemática a serem apresentadas, destacamos os autores: 1) Jonei Cerqueira Barbosa; 2) Rodney Carlos Bassanezi³; 3) Lourdes Maria Werle de Almeida; 4) Maria Salett Biembengut; 5) Dionísio Burak; 6) Jussara de Loiola Araújo e 7) Ademir Donizeti Caldeira.

Jonei Cerqueira Barbosa é um autor importante no âmbito da MM na Educação Matemática brasileira. Sua compreensão de Modelagem é classificada por Kaiser e Sriraman (2006) como sociocrítica. Para eles, “[...] This perspective emphasises the role of mathematics in society and claims the necessity to support critical thinking about the role of mathematics in society, about the role of and nature of mathematical models and the function of mathematical modelling in society⁴” (p. 306).

Barbosa, em suas investigações, menciona a necessidade de se ter clareza sobre o que se denomina por Modelagem, haja vista que, por vezes, ela é tomada em termos genéricos: como a aplicação da matemática em outras áreas do conhecimento (Barbosa, 2004). Ao explicitar sua compreensão, afirma que “[...] Modelagem é um ambiente⁵ de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da *realidade*” (Barbosa, 2001, p. 6, grifo nosso).

Na tentativa de clarear sua compreensão e indicar modos de implementação da Modelagem em sala de aula, o autor propõe três possibilidades de encaminhamentos, denominados por ele de ‘casos’. Eles se diferenciam pela participação de professores e de alunos em cada um deles, bem como no que concerne à duração e ao aprofundamento das atividades de Modelagem desenvolvida nessa compreensão.

No caso 1, o professor apresenta um problema, devidamente relatado, com dados qualitativos e quantitativos, cabendo aos alunos a investigação. Aqui, os alunos não precisam sair da

sala de aula para coletar novos dados e a atividade não é muito extensa. [...] Já no caso 2, os alunos deparam-se apenas com o problema para investigar, mas têm que sair da sala de aula para coletar dados. Ao professor, cabe apenas a tarefa de formular o problema inicial. Nesse caso, os alunos são mais responsabilizados pela condução das tarefas. [...] E, por fim, no caso 3, trata-se de projetos desenvolvidos a partir de temas 'não-matemáticos', que podem ser escolhidos pelo professor ou pelos alunos. Aqui, a formulação do problema, a coleta de dados e a resolução são tarefas dos alunos (Barbosa, 2004, p. 4-5).

Dos casos explicitados pelo autor, nota-se uma preocupação em apresentar modos de desenvolver a MM em sala de aula, isto é, os casos são caminhos pelos quais se pode “[...] implantar e desenvolver o processo de Modelagem de forma gradativa nas aulas de Matemática [...] de acordo com as possibilidades e limitações oferecidas pelo contexto escolar e com o grau de amadurecimento do professor, frente à Modelagem Matemática” (Chaves, 2012, p. 40-41).

Lourdes Maria Werle de Almeida, compreende a Modelagem Matemática na Educação Matemática como uma “[...] alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação-problema não essencialmente matemática” (Almeida; Silva; Vertuan, 2012, p. 22). Além disso, ao compreender a MM desse modo, ela pode ser “[...] percebida como *elemento integrador* entre a *realidade* e o conteúdo a ser ensinado” (Almeida; Silva, 2015, p. 222, grifos nosso).

Nessa compreensão, assim como na MM no âmbito da Modelagem Aplicada, cita-se a obtenção do modelo matemático como um dos aspectos das atividades de MM:

[...] uma atividade de Modelagem Matemática pode ser descrita em termos de uma situação inicial (problemática), de uma situação desejada (que representa uma solução para a situação inicial) e de um conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final (Almeida; Silva; Vertuan, 2012, p. 12).

Desta citação, ao tomarmos a frase: “conjunto de procedimentos e conceitos necessários para passar da situação inicial para a situação final”, podemos indagar como esse ‘passar’ se dá, isto é, de que modo os alunos, ao desenvolverem uma atividade de Modelagem no âmbito dessa compreensão, avançam da situação inicial para a situação final.

Entendemos que, ao explicitar esse aspecto, a autora apresenta o que, na sua compreensão, seriam possíveis ações a serem realizadas pelos alunos em atividades de Modelagem. Essas ações, também, denominadas de fases, abrangem a inteiração, matematização, resolução, interpretação de resultados e validação (Almeida; Silva; Vertuan, 2012). Ressalta-se que “[...] a ordem em que tais fases aparecem bem como o tempo dedicado a cada uma

e os obstáculos presentes [...] dependem da dinâmica da atividade e do contexto em que a atividade é realizada” (Vertuan; Almeida, 2016, p. 1072).

Embora, como mencionado pelos autores supracitados, a ordem dessas fases não deva ser tomada com rigidez, a inteiração aparece como um ponto de partida para o desenvolvimento de uma atividade de Modelagem e inicia-se com a escolha de um tema a ser investigado.

Após o levantamento de informações qualitativas e quantitativas sobre o tema e elaboração de uma questão que possa ser investigada via Matemática, passa-se, à fase da *matematização* (Vertuan; Almeida, 2016). *Matematização*, que segundo Almeida e Silva (2015), é uma das ações da transição entre um *problema real* e a obtenção de um modelo matemático e pode ser caracterizada “em termo de transição de linguagem, uma vez que os resultados obtidos na fase de inteiração são, em sua maioria, expressos em linguagem natural e não possuem uma linguagem matemática diretamente associada, mas que precisa ser elaborada” (Vertuan; Almeida, 2016, p. 1073).

Na fase, intitulada resolução,

[...] os alunos constroem um modelo matemático da situação inicial, modelo esse que abarca características do fenômeno e permite interpretá-lo, responder à questão inicial e, em alguns casos, até mesmo, realizar previsões para o problema em estudo. Nessa fase o sujeito utiliza conceitos, métodos e representações matemáticas, põe em uso seus conhecimentos prévios, busca padrões, recorre a ferramentas computacionais, coordenada diferentes representações dos objetos matemáticos, busca conhecer conceitos novos e ressignifica os já conhecidos (Vertuan; Almeida, 2016, p. 1073).

A interpretação de resultados e validação constitui-se no momento de análise de respostas para o problema investigado. Trata-se “de um processo avaliativo realizado pelos envolvidos na atividade e implica uma validação da representação matemática associada ao problema real, considerando tanto os procedimentos matemáticos quanto à adequação da representação para a situação” (Almeida; Silva; Vertuan, 2012, p. 16).

Maria Salett Biembengut compreende a Modelagem Matemática como Modelação Matemática, ou seja, como um método de ensino com pesquisa na instituição escolar. Em cursos regulares, nos quais há um programa a ser cumprido:

[...] o processo da modelagem precisa sofrer algumas alterações, levando em consideração principalmente o grau de escolaridade dos alunos, o tempo disponível que terão para trabalho extraclasse, o programa a ser cumprido e o estágio em que o professor se encontra, seja em relação ao conhecimento da modelagem, seja no apoio por parte da comunidade escolar para implantar mudanças. O método que utiliza a essência da modelagem em cursos regulares, com

programa, denominamos de *modelação matemática* (Biembengut; Hein, 2009, p. 18).

O termo “modelação matemática” é exposto na tentativa de diferenciar a Modelagem Matemática, desenvolvida por matemáticos aplicados e aquela desenvolvida em sala de aula. No entanto, “o importante, conforme afirmam os autores, é manter a *essência* da Modelagem Matemática. Na modelação há um destaque ao conteúdo programático e à forma de adequar a *essência* da Modelagem Matemática ao currículo vigente na escola” (Klüber, 2012, p. 248).

Nota-se que, embora haja uma diferenciação de nomenclaturas, há na compreensão de Modelação da autora, aspectos concernentes ao modo como ela compreende a Modelagem na Matemática Aplicada: “a modelagem matemática é, assim, uma arte, ao formular, resolver e elaborar expressões que valham não apenas para uma solução particular, mas que também sirvam, posteriormente, como suporte para outras aplicações e teorias” (Biembengut, 1999, p. 20). “Genericamente, pode-se dizer que matemática e *realidade* são dois conjuntos disjuntos e a modelagem é um *meio* de fazê-los interagir” (Biembengut; Hein, 2009, p. 13, grifos nosso).

Assumindo que o trabalho com a Modelação Matemática carrega características da Modelagem na Matemática Aplicada (Biembengut; Hein, 2009), os autores, ao explicitarem as etapas para o desenvolvimento da Modelação no ambiente escolar, afirmam que o professor segue as mesmas etapas do processo de Modelagem Matemática: a Interação, a Matematização e o Modelo Matemático, mas acrescenta a esse processo, na etapa da matematização, “o desenvolvimento do conteúdo programático necessário para a formulação, resolução e a apresentação de exemplos e exercícios análogos para aprimorar a apreensão dos conceitos pelo aluno” (Biembengut; Hein, 2009, p. 20).

A Interação é o reconhecimento da situação-problema e familiarização com o tema a ser trabalhado (Biembengut, 1999). Nessa fase, num primeiro momento, é realizada “uma breve exposição sobre o tema, permitindo certa delimitação do aluno com uma área em questão. [...] Em seguida, faz-se um levantamento de questões, procurando instigar os alunos a participarem com sugestões” (Biembengut; Hein, 2009, p. 20). O tema, por sua vez, pode ser proposto pelo professor ou ser proposto pelos alunos.

Na segunda etapa, matematização, selecionam-se algumas das questões levantadas na etapa anterior com o objetivo de propor aos alunos a busca por soluções. Esse é o momento destinado à formulação do problema (hipótese) e à resolução do problema em termos do modelo matemático (Biembengut, 1999). “Na medida em que se está formulando a questão, ao suscitar um *conteúdo matemático* para a continuidade do processo ou obtenção de um resultado, interrompe-se a exposição e desenvolve-se a matemática necessária” (Biembengut; Hein, 2009, p. 21, grifo dos autores).

A última etapa do processo de Modelação Matemática recebe o nome de Modelo e é destinada à análise do resultado obtido na Matematização.

Trata-se, portanto, da interpretação da solução e validação (ou não) do modelo. Busca-se, nesse momento, avaliar de que modo o modelo se aproxima da questão abordada na Modelação e assim “verificar também o grau de confiabilidade na sua utilização”. “[...] Se o modelo não atender às necessidades que o geraram, o processo deve ser retomado na segunda etapa – matematização – mudando-se ou ajustando hipóteses, variáveis etc” (Biembengut; Hein, 2009, p. 15).

Na compreensão de Modelagem da autora em destaque, há um esforço em diferenciar, inclusive com outra denominação, a Modelagem na Matemática Aplicada e a Modelagem enquanto uma possibilidade para o ensino de Matemática. No entanto, mesmo sugerindo adaptações, menciona que a Modelação, nomenclatura para a Modelagem no ensino, carrega a *essência* da Modelagem no âmbito da Matemática Aplicada. Pela leitura dos textos já referidos, compreendemos, quando mencionam *essência*, o destaque a uma ideia nuclear da Modelagem Matemática. Esse núcleo aponta, segundo Klüber (2012), para a obtenção do modelo matemático, que pode ser formulado “[...] utilizando-se de expressões numéricas ou fórmulas, diagramas, gráficos ou representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais etc [...]” (Biembengut; Hein, 2009, p. 12).

Para *Dionísio Burak*, a Modelagem Matemática consiste em um “[...] conjunto de procedimentos cujo objetivo é tentar explicar, matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões” (Burak, 1992, p. 92). “O conjunto de procedimentos se constitui nas etapas e no entendimento de que fenômeno é tudo o que pode ser percebido pelo sujeito” (Burak, 2017, p. 18). Essas etapas são apresentadas como encaminhamentos, não lineares, para as atividades de Modelagem em sala de aula e abrangem: 1) Escolha do tema; 2) Pesquisa exploratória; 3) Levantamento dos problemas; 4) Resolução dos problemas e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema e 5) Análise Crítica das soluções (Burak, 2004).

Na compreensão do autor, a *escolha do tema* “parte do interesse do grupo ou dos grupos de estudantes envolvidos. Esses temas são, inicialmente, colocados pelos estudantes, segundo o interesse que manifestam, pela curiosidade ou mesmo para a resolução de uma situação-problema” (Burak, 2010, p. 19).

A segunda etapa, denominada por *pesquisa exploratória*, acontece de modo articulado à escolha do tema, pois ao selecionar uma temática a ser trabalhada, essa seleção está, muitas vezes, vinculada à curiosidade, ao desejo de se conhecer mais e melhor aquele assunto (Burak; Aragão, 2012).

O *levantamento dos problemas* configura-se “como importante para o desenvolvimento, no grupo ou nos grupos, da experiência de campo, [...] tornando os alunos capazes de realizar uma leitura mais atenta da *realidade*, atributos importantes na formação de um pesquisador” (Burak, 2004, p. 5, grifo nosso). É ainda, a “ocasião em que surgem várias questões como resultado da coleta dos dados na pesquisa exploratória” (Burak, 2017, p. 20).

Já os problemas, na compreensão de MM do autor, são: 1) elaborados a partir dos dados coletados na pesquisa de campo; 2) possuem, geralmente caráter genérico; 3) estimulam a busca e a organização dos dados; 4) favorecem a compreensão de uma determinada situação (Burak, 2004, p.5-6).

A *resolução dos problemas e o desenvolvimento da Matemática relacionada* confere à Modelagem Matemática a etapa em que se faz o uso de todo ferramental matemático disponível (Burak, 2010, 2017; Burak; Aragão, 2012). Esse é o momento em que os problemas elaborados determinam os conteúdos a serem trabalhados.

A última etapa refere-se à *análise crítica das soluções*. Esse momento é destinado à discussão das soluções encontradas em todo processo de Modelagem Matemática e “possibilita tanto o aprofundamento de aspectos matemáticos como dos aspectos não matemáticos, envolvidos no tema” (Burak; Aragão, 2012, p. 100). Sob o aspecto da Matemática “pode-se analisar a coerência e a consistência lógica da solução ou das soluções encontradas. É uma etapa em que se discute com o grupo ou os grupos os cuidados com a linguagem, com as restrições que se fazem necessárias em muitas ocasiões” (Burak, 2010, p. 24).

Jussara de Loiola Araújo explicita sua compreensão de Modelagem como uma abordagem “[...] por meio da matemática, de um problema não matemático da *realidade*, ou de uma situação não matemática da *realidade*, escolhida pelos alunos reunidos em grupos, de tal forma que as questões da *Educação Matemática Crítica* embasem o desenvolvimento do trabalho” (Araújo, 2002, p. 47, grifos nosso).

Ao assumir uma compreensão de Modelagem, orientada pela *Educação Matemática Crítica*, a autora menciona que “os alunos são convidados a buscar soluções para os problemas, por meio da matemática, e, simultaneamente, a questionar a própria matemática e seu uso na sociedade, tendo, assim, preocupações para além do desenvolvimento de habilidades de cálculos ou da aplicação da matemática” (Araújo; Martins, 2017, p. 116).

Diferentemente dos autores, até então, mencionados, Araújo não explicita encaminhamentos específicos para a implementação da Modelagem em sala de aula. Há, no entanto, a orientação para que os alunos trabalhem em grupos; escolham temas de seu interesse e levantem problemas correlatos a esses temas que possam ser desenvolvidos por meio de Matemática. Essas orientações, por sua vez, devem ser tomadas de tal modo que as questões da *Educação Matemática Crítica* conduzam a realização dos trabalhos (Araújo, 2009, 2012).

Tomando a *Educação Matemática Crítica* com um aspecto central de sua compreensão de Modelagem, a autora:

Sustenta uma abordagem da modelagem na educação matemática que não se preocupe, apenas, em dar instrumentos matemáticos aos estudantes ou em apresentar a eles exemplos de aplicação da matemática à realidade (o que poderia reforçar concepções absolutistas da

matemática). Mais que isso, pretendo que a modelagem os faça refletir sobre a presença da matemática na sociedade, seja em benfeitorias ou em problemas sociais, e reagir contra as situações críticas que a matemática também ajudou a construir (Araújo, 2009, p. 64).

Ao buscarmos por textos de *Ademir Donizeti Caldeira*, deparamo-nos com compreensões distintas acerca da Modelagem Matemática. Em textos como: Caldeira (2009) e Meyer, Caldeira e Malheiros (2011), evidencia-se uma compreensão de Modelagem como uma concepção de Educação Matemática (Caldeira, 2009). Nessa compreensão, “a epistemologia que sustenta os pressupostos da Modelagem [...] é aquela em que os conhecimentos estão sendo construídos pelos homens de acordo com seus interesses sociais, políticos, econômicos e culturais” (p. 43).

Ao tentar explicitar essa compreensão de Modelagem, Meyer, Caldeira e Malheiros (2011, p. 51, grifos nosso) afirmam que a preocupação não incide sobre a Matemática em si mesma, “e sim em discutir problemas da *realidade* e fazer *uso* da Matemática para compreendê-la. [...] Nessa postura, [...] a Modelagem e a Matemática se posicionam no mesmo patamar das preocupações sociais”. Esse entendimento de Modelagem, nas palavras de Klüber (2012, p. 321), “explicita um modo de se fazer Educação Matemática por meio da Modelagem Matemática”. Nessa abordagem, é forte a defesa de um trabalho voltado aos ‘*problemas reais*’, ou seja, “a Modelagem não trabalha com problemas inventados, “teóricos” – aqueles que, de modo um tanto injusto, chamamos pejorativamente de “problemas de livro texto”, mas com *problemas reais*” (Meyer; Caldeira; Malheiros, 2011, p. 34-35, grifos nosso).

Ao contrário do que a maioria das compreensões de Modelagem Matemática explicita, Caldeira não apresenta fases ou etapas para o desenvolvimento da Modelagem em sala de aula. Enquanto possíveis encaminhamentos destacam-se alguns indícios que valorizam a elaboração de perguntas pelo aluno e “junto com o professor e os outros alunos, ele vai aprender e (usar) as ferramentas matemáticas já existentes para entender o fenômeno escolhido e, eventualmente, levar à sala de aula conhecimentos, já produzidos pela cultura local para responder as questões relevantes, muitas vezes, até de forma aproximada” (Meyer; Caldeira; Malheiros, 2011, p. 35).

É importante destacar, da compreensão expressa pelos autores, de que não há uma essência que defina o que é Modelagem, porém que Modelagem é o que o discurso diz que ela é. A concepção de essência explicitada pelos autores, consoante nosso entendimento, aponta para *essência* como sendo uma coisa constituída por substratos do mundo natural, como físicos e químicos, por exemplo. Afirmam que só se pode conhecer a Modelagem pelo discurso dito sobre ela. Mas o discurso diz o quê? Não seria um núcleo de ideias articuladas e trazidas pela linguagem, almejando explicitar a mensagem do próprio discurso sobre o afirmado?

Com a apresentação de entendimentos acerca da Modelagem Matemática na Matemática Aplicada e na Educação Matemática, que estão

presentes na literatura, no próximo item, nos dedicamos a explicitar aspectos que se mostraram potentes no estudo realizado.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Ao realizarmos o estudo sobre a Modelagem Matemática nas distintas áreas de pesquisa, fica evidente que, embora a Modelagem na Educação Matemática seja proveniente da Modelagem na Matemática Aplicada, ela apresenta características distintas e se configura como uma possibilidade ao ensino de Matemática.

Essas características envolvem a própria diferença entre as áreas: Matemática Aplicada e Educação Matemática. Nesse sentido, Tambarussi e Bicudo (2020, p. 327), afirmam que:

O termo “**aplicada**” revela que se está aplicando o conhecimento matemático, exposto como um modelo, a uma situação da *realidade* para entendê-la, para emitir juízos sobre o que nela poderá ocorrer. Modelo diz de uma situação, objeto de estudo, estar *representada*; neste caso, matematicamente, ou seja, de acordo com o ferramental matemático. O termo “**educação**” não admite aplicação de um modelo, se educação for tomada como uma ação (neste caso específico, de ensinar matemática) que visa a formar a pessoa. Nota-se que, nesse âmbito, modelagem é entendida como uma atividade para trabalhar matemática ao ensiná-la aos alunos. Como realizar esse trabalho? Como compreender a ação correspondente ao ensino, que é a aprendizagem? Abrem-se outras questões que apontam diferenças, cada vez mais contundentes entre ambas as “modelagens”.

Bean (2001, p. 55), em sentido próximo ao exposto na citação anterior, afirma que a Modelagem Matemática “[...] definida como um processo de criar um modelo matemático baseado em hipóteses e aproximações simplificadoras [...] focaliza o processo matemático, enquanto as propostas para o ensino tratam questões metodológicas para conectar a Matemática aos interesses dos alunos”.

Do estudo realizado, destaca-se que na Matemática Aplicada, a Modelagem Matemática é o estudo matemático de uma situação em que se mostra um problema a ser enfrentado. Para tanto, o matemático é solicitado a compreender a situação, delinear, de modo claro e em uma linguagem matemática, o problema e colocar-se no movimento de abstrair da complexidade da situação características importantes – invariantes – que a descrevem de um ponto de vista matemático e em relação ao problema enfrentado naquela situação.

Na Educação Matemática, a Modelagem é um *caminho*, uma *maneira*, uma *plataforma* que pode dispor, positivamente, os alunos a aprenderem Matemática. É um *modo de proceder* em sala de aula. A situação em que o “problema” se coloca para ser “modelado” é aquela do cotidiano do aluno.

Modelar, nesta dimensão, é abordar características diversas daquela em que se é trabalhado no âmbito da Modelagem na Matemática Aplicada.

Com os aspectos explicitados, reforça-se a necessidade de se ter clareza sobre qual será o foco quando trabalhamos com a Modelagem Matemática. É essa clareza que irá direcionar os caminhos e as possibilidades de realizar um trabalho coerente com o contexto no qual estamos inseridos.

NOTAS

1. Neste texto, Modelagem e Modelagem Matemática são tomados como sinônimos.

2. A primeira coisa que você faz é identificar algo no mundo real que você deseja saber, fazer ou entender, para que o resultado no final do primeiro passo seja uma pergunta do mundo real. Em seguida, selecionamos objetos específicos dentro dessa pergunta que parecem importantes para a questão do mundo real e identificamos as relações entre eles. Portanto, nesta fase, identificamos conceitos-chave na situação do mundo real. Três – então decidimos o que manteremos e o que ignoraremos sobre os objetos e suas inter-relações. Você simplesmente não pode levar tudo em consideração. E o resultado é uma versão idealizada da pergunta original. Então, uma vez que tenhamos essa versão idealizada, traduzi-la-emos em termos matemáticos e obteremos uma formulação matemática dessa questão idealizada (tradução nossa).

3. A compreensão de Modelagem Matemática do autor já foi apresentada no tópico: Modelagem Matemática na Matemática Aplicada. No entanto, quando tomada no âmbito do ensino, ela é “apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem-sucedido, mas caminhar seguindo etapas onde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado. Com a modelagem o processo de ensino-aprendizagem não mais se dá no sentido único do professor para o aluno, mas como resultado da interação do aluno com seu ambiente natural” (Bassanezi, 2002, p. 38)

4. Esta perspectiva enfatiza o papel da matemática na sociedade e enfatiza a necessidade de desenvolver o pensamento crítico sobre o papel e a função da matemática na sociedade (tradução nossa).

5. O autor, ao explicitar o termo ‘ambiente de Modelagem’, menciona que ele está “[...] associado à problematização e investigação. O primeiro refere-se ao ato de criar perguntas e/ou problemas enquanto o segundo, à busca, seleção, organização e manipulação de informações e reflexão sobre elas” (Barbosa, 2003, p. 68-69).

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

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

ALMEIDA, L. M. W. de; SILVA, H. C. da. A Matemática em atividades de Modelagem Matemática. **Alexandria**, Florianópolis, v. 8, n. 3, p. 207-227, nov. 2015.

ARAÚJO, J. de. L. **Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática**: as discussões dos alunos. 2002. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

ARAÚJO, J. de. L. Uma Abordagem Sócio-Crítica da Modelagem Matemática: a perspectiva da educação matemática crítica. **Alexandria**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 55-68, jul. 2009.

ARAÚJO, J. de. L. Ser crítico em projetos de modelagem em uma perspectiva crítica de educação matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 26, n. 43, p. 839-859, 2012.

ARAÚJO, J. de. L.; MARTINS, D. A. A oficina de Modelagem #OcupalCEX: empoderamento por meio da Matemática. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 6, n. 12, p. 109-129, jul./dez. 2017.

BARBOSA, J. C. Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., 2001, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ANPED, 2001. p. 1-15.

BARBOSA, J. C. As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. **Anais...** Recife: SBEM, 2004. p. 1-11.

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BEAN, D. O que é Modelagem Matemática? **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, n. 9, p. 49-57, 2001.

BIEMBENGUT, M. S. **Modelagem matemática e implicações no ensino-aprendizagem de matemática**. Blumenau: Furb, 1999.

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

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2009.

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

BURAK, D. A modelagem matemática e a sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – EPMEM, 1, 2004. **Anais...** Londrina: UEL, 2004. p. 1-10.

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

BURAK, D.; ARAGÃO, R. M. R. de. **A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa**. Curitiba: CRV, 2012.

BURAK, D. Modelagem na perspectiva da Educação Matemática: um olhar sobre seus fundamentos. **Unión**, São Paulo, n. 51, p. 9-26, dez. 2017.

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

CHAVES, M. I. de A. **Percepções de professores sobre repercussões de suas experiências com Modelagem Matemática**. 2012. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

DOVAL, J. P. M.; ANASTACIO, M. Q. A. Modelagem Matemática e realidade: um tema em debate. *In*: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 2005, Salvador. **Anais...** Salvador: UEFS, 2005. p. 1-14.

FOWLER, A. C. **Mathematical models in the applied sciences**. New York: Cambridge University Press, 1997.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss de sinônimos e antônimos**. São Paulo: Objetiva, 2025.

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

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

KLÜBER, T. E. **Uma metacompreensão da Modelagem Matemática na Educação Matemática**. 2012. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MEYER, J. F. da C. de A; CALDEIRA, A. D.; MALHEIROS, A. P. dos S. **Modelagem em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

NEGRELLI, L. G. **Uma reconstrução epistemológica do processo de Modelagem Matemática para a Educação (em) Matemática**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

NUNES, T.; CARRAHER, D.; SCHLIEMANN, A. **Na vida dez, na escola zero: os contextos culturais da aprendizagem da matemática**. São Paulo: Cortez, 2011.

POLLAK, H. Mathematical Modelling – a Conversation with Henry Pollak. *In: BLUM W. et al. (ed.). **Modelling and Applications in Mathematics Education***. Boston: New ICMI Study Series. Springer, 2007. p. 109-120.

SOSSAE, R. C.; MEYER, J. F. da C. A. Modelagem Matemática de fenômenos da vida. *In: MEYER, J. F. da C. A.; BERTAGNA, R. H. **O ensino, a ciência e o cotidiano***. São Paulo: Alínea, 2006. p. 149-171.

TAMBARUSSI, C.M.; BICUDO, M. A. V. Focando o conceito de conhecimento em Modelagem Matemática na Educação Matemática. *Revista Paradigma*, [S.l.], v. XLI, n. 2, p. 311-330, dic. 2020.

TAMBARUSSI, C. M. **A produção do conhecimento matemático ao se trabalhar com Modelagem Matemática**. 2021. 261 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2021.

VERTUAN, R. E.; ALMEIDA, L. M. W. de. Práticas de monitoramento cognitivo em atividades de Modelagem Matemática. *Bolema*, Rio Claro, v. 30, n. 56, p. 1070- 1091, dez. 2016.

Recebido em: 09 de dezembro de 2025.

Aceito em: 23 de março de 2026.