

Características fundamentales del trabajo con Modelación Matemática en el ámbito de la Educación Matemática

Carla Melli Tambarussi

carlatambarussi@hotmail.com

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

Instituto Federal do Paraná (IFPR)

Assis Chateaubriand, PR, Brasil.

Maria Aparecida Viggiani Bicudo

mariabicudo@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3533-169X>

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)

Rio Claro, SP, Brasil.

Recibido: 10/12/2021 **Aceptado:** 18/02/2022

Resumen

La pregunta que nos mueve en la articulación de este texto se centra en lo que caracteriza el trabajo con la Modelación Matemática en la Educación Matemática. La indagación busca comprender los aspectos que se abren y que implican trabajar con la MM en el aula. Los datos producidos para la investigación se refieren a entrevistas con sujetos significativos que trabajan con Modelación Matemática en la Educación Matemática. Los análisis fueron guiados por procedimientos de investigación cualitativa, guiados por la visión fenomenológica. Las discusiones que presentamos indican que la Modelación Matemática en la Educación Matemática como horizonte abierto de posibilidades de enseñanza y aprendizaje, las matemáticas y la realidad, los aspectos concernientes al modo de ser del estudiante, presentes también en la acción ciudadana, la formalización e la interdisciplinariedad son aspectos característicos del trabajo con Modelación Matemática en situaciones de enseñanza y aprendizaje.

Palabras clave: Modelación matemática. Educación matemática. Fenomenología. Investigación cualitativa.

Características nucleares do trabalho com a Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática

Resumo

A indagação que nos move na articulação deste texto incide sobre o que caracteriza o trabalho com a Modelagem Matemática na Educação Matemática. A indagação busca compreender os aspectos que se abrem e que envolvem o trabalho com a MM em sala de aula. Os dados produzidos para a pesquisa referem-se à realização de entrevistas com sujeitos significativos que trabalham com Modelagem Matemática na Educação Matemática. As análises foram pautadas nos procedimentos da pesquisa qualitativa, orientando-se pela visão fenomenológica.

As discussões que apresentamos indicam que: a Modelagem Matemática na Educação Matemática como um horizonte aberto de possibilidades de ensino e de aprendizagem; matemática e realidade; aspectos concernentes ao modo de ser da pessoa do aluno, também presentes na ação do cidadão; formalização; interdisciplinaridade, são aspectos característicos ao trabalho com a Modelagem Matemática em situações de ensino e de aprendizagem.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Educação Matemática. Fenomenologia. Pesquisa Qualitativa.

Nuclear characteristics of working with Mathematical Modeling in Mathematics Education

Abstract

The question that moves us in the articulation of this text focuses on what characterizes the work with Mathematical Modeling in Mathematics Education. The inquiry seeks to understand the aspects that open up and involve working with MM in the classroom. The data produced for the research refer to interviews with significant subjects who work with Mathematical Modeling in Mathematics Education. The analyzes were based on the procedures of qualitative research, guided by the phenomenological view. The discussions we present indicate that: Mathematical Modeling in Mathematics Education as an open horizon of teaching and learning possibilities; math and reality; aspects concerning the student's way of being, also present in the citizen's action; formalization; interdisciplinarity, are characteristic aspects of working with Mathematical Modeling in teaching and learning situations.

Keywords: Mathematical Modeling. Mathematics Education. Phenomenology. Qualitative research.

Introdução ao tema do artigo

A Modelagem Matemática (MM) na Educação Matemática (EM) tem se mostrado relevante no nível dos procedimentos didático-pedagógicos do trabalho do professor que ensina matemática e que se coloca na posição de, para além do ensino, formar a pessoa¹ do aluno, bem como formar o cidadão, ou seja, a proposta implícita à MM na EM, em suas entrelinhas ou claramente posta, visa ao ensino da Matemática, disciplina presente no currículo escolar; à formação da pessoa ao destacar, por exemplo, as características de responsabilidade, autonomia,

¹ Edith Stein, teóloga, filósofa alemã e discípula de Edmund Husserl é reconhecida “[...] internacionalmente reconhecida pelo seu legado, que, elaborado por meio do rigor do método fenomenológico, se constitui como um amplo arcabouço teórico sobre o conhecimento da complexa estrutura do ser humano e se delinea numa antropologia filosófica que é referência para a área das ciências humanas” (Sberga, s.d., p. 9-10). Segundo a mesma autora: “A filósofa, sendo professora, ensinava às alunas que para estar à frente de uma sala de aula, antes de qualquer empreendimento pedagógico, é primordial se interrogar acerca do que se conhece sobre o ser humano” (p. 10). A compreensão de Stein busca a formação integral da pessoa, de tal modo que se “evite qualquer tipo de empecilho que venha a se sobrepor ao desabrochar das potencialidades da pessoa; por isso, a formação deve se tornar um instrumento refinado e apropriado para favorecer a plena realização de cada personalidade” (p. 13).

criatividade; à formação do cidadão, ao ter como importante o ensino da ciência Matemática, como produzida e praticada na civilização do mundo ocidental, presente nas atividades e nas práticas realizadas e solicitadas na sociedade em que o aluno vive e em que a escola está situada, motivo pelo qual ela consta dos currículos escolares.

Essa é a justificativa de, neste artigo, trazermos o estudo sobre *o que caracteriza o trabalho com a Modelagem Matemática na Educação Matemática*. Pelos estudos que já desenvolvemos em Tambarussi (2021), Tambarussi & Bicudo (2020) sabemos que *o que caracteriza* não indica uma única característica como sendo a ele nuclear, mas dadas as variações e especificidades dos modos de os professores e os pesquisadores desse tema trabalharem, essas características se revelam como múltiplas.

Antes de avançarmos com o texto que traz o por nós investigado e que se constitui no núcleo deste artigo, tendo por meta evidenciar a relevância desta área investigativa no âmbito da Educação Matemática, trazemos alguns aspectos concernentes à MM na EM com os quais colocamos em relevo o seu fortalecimento, no Brasil, como atividade de ensino e de pesquisa.

No panorama nacional, ela ganha corpo e se revela como importante no final dos anos de 1970 e no início dos anos de 1980, tendo contado, para tanto, com a atuação de diversos pesquisadores e professores, como: Aristides C. Barreto, Ubiratan D' Ambrosio, Rodney C. Bassanezi, João Frederico Meyer, Marineuza Gazzetta e Eduardo Sebastiani (Biembengut, 2009). Essa mesma autora afirma que “[...] 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” (p. 8, grifos da autora).

Sua relevância a define como uma forte linha de pesquisa no âmbito da Educação Matemática, marcada pelas diferentes compreensões sobre a MM e os modos de desenvolvê-la em sala de aula. As diferentes compreensões decorrem, segundo Bean (2001), da dificuldade de adaptar o método científico da Modelagem Matemática, praticada no campo da Matemática Aplicada, onde atua o matemático profissional, ao campo das práticas pedagógicas, onde atua o professor de Matemática e expressam, em nosso entendimento, modos distintos de ver o ensino de Matemática, a Matemática e, obviamente, a própria Modelagem. A menção feita por Bean (2001), sobre a necessidade de adaptação, justifica-se, de nosso ponto de vista, porque a MM na Educação Matemática é proveniente da MM na Matemática Aplicada (Bassanezi, 2002; Bean, 2001; Meyer, Caldeira, & Malheiros, 2011) e, desse modo, há que se pensar em como

implementá-la na sala de aula, levando-se em consideração, por exemplo, o ambiente escolar, o entendimento de currículo, questões administrativas, os conteúdos matemáticos, a formação dos professores e dos alunos.

A diversidade de compreensões, mencionada acima, mostra-se, segundo Biembengut (2009), desde o movimento inicial de divulgação da Modelagem Matemática na Educação Matemática. A autora afirma que:

[...] 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).

Ainda sobre a diversidade de compreensões, Tambarussi (2021) analisou trabalhos publicados na Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática, nas edições de 2011, 2013, 2015 e 2017. Seu estudo evidenciou oito compreensões de MM, vinculadas aos seguintes autores: 1) Ademir Donizeti Caldeira, 2) Dionísio Burak, 3) Jonei Cerqueira Barbosa, 4) Jussara de Loiola Araújo, 5) Lourdes Maria Werle de Almeida, 6) Maria Isaura de Albuquerque Chaves, 7) Maria Salett Biembengut e 8) Rodney Carlos Bassanezi. O destaque a essas compreensões não expressam a totalidade de modos de entender e de desenvolver o trabalho com a MM em sala de aula, mas permite compreender como a MM tem sido assumida e reconhecida em muitas aulas de Matemática.

Enfatizamos, também, que a Modelagem Matemática na Educação Matemática brasileira vem ganhando espaço em eventos científicos da Educação Matemática e em eventos específicos sobre Modelagem Matemática, tais como: Eixo temático do Encontro Paulista de Educação Matemática (EPMEM); Eixo temático do Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM); Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática (CNMEM); Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática (EPMEM). Internacionalmente, podemos citar o GT 10 do Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM) e o Grupo de estudo temático do Congresso Internacional de Educação Matemática (ICME).

Além de sua presença no contexto da pesquisa, a MM na EM tem-se mostrado importante nas práticas pedagógicas dos professores de Matemática, como indica Mutti (2020).

Ela, também, é abordada em documentos oficiais, estaduais e nacionais, e está presente nas ementas de disciplinas de cursos de Licenciatura em Matemática, como indica Oliveira (2016).

No entanto, apesar de a Modelagem mostrar sua importância no âmbito da pesquisa e de sua implementação em sala de aula, o trabalho com a Modelagem Matemática no ensino de Matemática não é algo que possa ser visto de modo simplificado. Há uma complexidade que o envolve e que se manifesta nas práticas pedagógicas as quais mesmo sendo, em alguma medida, desenvolvidas, esbarram em dificuldades que interferem na realização da Modelagem Matemática nas aulas de Matemática.

Essas dificuldades, conforme relatado na literatura, abrangem, segundo Ceolim & Caldeira (2015): Formação insuficiente em Modelagem Matemática bem como nos conteúdos a ministrar; Dificuldades em aplicar a Modelagem devido à postura tradicional e conservadora do sistema escolar; Dificuldades em envolver os estudantes num ambiente de Modelagem. Blum (2011, p. 19-20) afirma que: “Analyses carried out by the PISA Mathematics Expert Group have shown that the difficulty of modelling tasks can be substantially by the inherent cognitive complexity of these tasks by the necessary competencies”².

No próximo item, passamos à explicitação do foco deste texto e de como produzimos os dados que foram analisados e que junto às leituras e estudos que realizamos compõe o que é articulado e teorizado.

O focado no artigo

A indagação que nos move na articulação deste texto incide sobre que *características se mostram no trabalho com a Modelagem Matemática (MM) em situações de ensino e de aprendizagem da Matemática*. É importante ressaltar que essa indagação busca compreender os aspectos que estão constantemente presentes no trabalho com a MM ou que, trazendo o modo de a fenomenologia husserliana explicitar, indicam os invariantes do fenômeno³ estudado; neste

² As análises realizadas pelo Grupo de Especialistas em Matemática do PISA mostraram que a dificuldade de modelar tarefas pode em decorrência das competências necessárias para realizar a complexidade cognitiva inerente dessas tarefas (tradução livre).

³ Fenômeno, na Fenomenologia, não diz de objetos quaisquer ou de fenômenos da natureza tomados de modo proposital. Diz, por sua vez, daquilo que se mostra, daquilo que se revela a quem o olha de modo intencional. “A expressão grega a que remonta o termo *fenômeno*, significa: mostrar-se e, por isso, diz o que se mostra, o que se revela. [...] Deve-se *manter*, portanto, como significado da expressão “fenômeno” o que se revela, *o que se mostra em si mesmo*” (Heidegger, 2008, p. 67, grifos do autor). O fenômeno é o que é visto disso que se mostra, por aquele que o interroga.

caso, o trabalho com a Modelagem Matemática (MM) em situações de ensino e de aprendizagem da Matemática.

Os indícios dessas características foram destacados de entrevistas realizadas com profissionais que trabalham com MM e que realizam estudos investigativos sobre esse tema. Essas entrevistas estão publicadas em Tambarussi (2021). Os profissionais, aqui denominados de sujeitos significativos⁴, escolhidos são autores cujas compreensões de MM foram as mais citadas nos trabalhos publicados nas edições de 2011, 2013, 2015 e 2017 da Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática – CNMEM. A escolha se justifica pelo fato de esses profissionais vivenciarem tanto o ensino, quanto a pesquisa com MM. Esse modo de escolher os sujeitos da pesquisa é sustentado pela visão da pesquisa qualitativa, conduzida segundo a abordagem fenomenológica, a qual busca por sujeitos que vivenciam o fenômeno estudado, não sendo, portanto, uma escolha pautada em parâmetros quantitativos.

Tanto as entrevistas, quanto suas análises e interpretações foram orientadas pela atitude fenomenológica. As entrevistas, quando na visão da Fenomenologia, tem por meta ouvir o que o depoente diz do indagado, de modo tão livre quanto possível. Autores como Giorgi (1985), Martins & Bicudo (2005), Bicudo & Espósito (1994) e Bicudo (2011), explicitam que esse é o caminho para que o fenômeno se mostre. Esse caminho conduz a fala ingênua dos depoentes a qual revela compreensões primeiras, isto é, ainda não elaboradas por eles em termos do indagado, naquele momento da entrevista. Esse é o motivo de disparar-se a entrevista com apenas uma pergunta que incide no que se quer saber e não de a conduzir por um roteiro estruturado ou semiestruturado. Além desse motivo, outro de ordem específica à Fenomenologia, incide sobre o não embasamento em teorias prévias ao fenômeno investigado. Isso não ocorre, por exemplo, quando ela é direcionada por perguntas, fechadas ou abertas ou tão somente indicativas. Nesse caso, os roteiros são elaborados com base nas concepções, que explicitam juízos prévios, pautados em teorias do pesquisador, revelando o que ele já sabe, ainda que ao nível de suposições ou de hipótese, a respeito das respostas esperadas.

Entendemos, portanto, que a entrevista

é conduzida disparando-se uma única pergunta ao entrevistado, que diz da interrogação da pesquisa em andamento, deixando-o discursar, livremente, sobre o indagado. Sendo uma “entre-vistas”, isto é, um diálogo entre ambos, pesquisador e sujeito significativo, pode ocorrer que durante sua realização, sejam postas indagações levantadas nessa

⁴ Significativos porque o que foi relatado por eles diz da sua vivência do fenômeno em foco, podendo, desse modo, expressar modos pelos quais o fenômeno a eles se mostrou.

dinâmica, tendo por meta pequenos esclarecimentos, sem se afastar do teor da pergunta disparadora. É, portanto, um movimento de ouvir, de modo atento, o que o outro tem a dizer (Tambarussi, 2021, p. 88).

Como mencionado, as análises das entrevistas foram realizadas segundo a visão fenomenológica. No item seguinte, especificamos o movimento realizado.

Procedimentos de análise dos dados

No caso específico da pesquisa aqui em foco, a pergunta disparadora das entrevistas realizadas com os sujeitos significativos foi assim posta “o que o/a levou a trabalhar com Modelagem Matemática?”. As entrevistas foram realizadas presencialmente e, também, com o auxílio da ferramenta *Skype*. Elas, com autorização dos sujeitos, foram gravadas em áudio e, posteriormente, transcritas, sem interpretações. O movimento de transcrição, segundo Venturin (2015, p. 96), “dá origem a um texto que expressa o que está sendo dito pelo depoente, bem como a exposição-disposição com que o pesquisador apresenta o texto. Esses [...] são os modos pelos quais os aspectos dos sentidos do percebido se manifestam na linguagem textual”.

Após a transcrição das entrevistas, demos início ao movimento de análise que seguiu os procedimentos apresentados por Martins, Boemer & Ferraz (1990) e Bicudo (2011) como um modo de realizar pesquisa qualitativa embasada na visão fenomenológica. Esses procedimentos abrangeram, num primeiro momento:

- a leitura atenta do texto transcrito;
- o destaque de trechos das transcrições que expressavam o que buscávamos responder – denominados de Unidades de Sentido (US);
- a explicitação de termos ou de palavras que compõem esses trechos;
- a articulação de frases, em uma linguagem convergente ao campo de inquérito do pesquisador, explicitando a compreensão do que foi dito pelos sujeitos significativos – denominadas de Unidades de Significado (USg).

O quadro abaixo ilustra como organizamos esse movimento com uma das entrevistas realizadas.

Quadro 1 - Expondo o movimento de análise com a segunda entrevista realizada

US (Unidades de Sentido entrevistado 2)	ABRINDO SIGNIFICADOS	O QUE DIZ

<p>US1E2⁵ – [...] quando se fazia Modelagem aqui eles traziam os problemas, mas aplicavam conteúdo era de Matrizes, outro conteúdo era de Máximos e Mínimos [...] então era tudo pulverizado os conteúdos.</p>	<p>Menciona que, no início, ao trabalhar com MM na Matemática Aplicada, no âmbito de cursos de formação de professores, trazia problemas para aplicar os conteúdos</p>	<p>USg1E2⁶ – Os problemas quando trabalhados, no âmbito da MM na Matemática Aplicada, estavam voltados à aplicação de conteúdos</p>
<p>US2E2 - E foi assim esses [...] esses anos do mestrado meu foram nessa busca né de criar uma metodologia [...] uma metodologia mesmo que pudesse dar vazão àquilo que eu gostaria: de desenvolver criatividade, de [...] de [...] fazer com que o estudante pensasse, de que ele criasse estratégias próprias para resolver as coisas.</p>	<p>A MM enquanto uma metodologia (pensada para a Educação Básica) que pudesse desenvolver a criatividade; que fizesse o aluno pensar e criasse as próprias estratégias de resolução Metodologia: por extensão de sentido, no dicionário da língua portuguesa, metodologia é apresentada como: “corpo de regras e diligências estabelecidas para realizar uma pesquisa; método” (Houaiss, 2017, s.p).</p>	<p>USg2E2 – Modelagem como uma metodologia USg3E2 – Uma metodologia que desenvolva a criatividade dos alunos e que eles criem as estratégias de resolução</p>
<p>US3E2 - [...]. Então você [...] você como professor poderia mudar essa situação. Então eu me sentia com mais responsabilidade ainda de buscar essas coisas de forma que [...] que pudesse melhorar esse ensino para o meu estudante [...] pudesse ser mais autônomo</p>	<p>Como uma continuidade da fala anterior, ele vê na Modelagem uma forma de melhorar o ensino para que o aluno possa ser mais autônomo Autônomo: “que tem autonomia. Dotado da faculdade de determinar as próprias normas de conduta, sem imposições de outrem (diz-se de indivíduo, instituição etc.)” (Houaiss, 2017, s.p).</p>	<p>USg4E2 – O aluno pode ser autônomo ao trabalhar com Modelagem</p>

Fonte: Tambarussi, 2021

Num segundo momento, após a realização dos procedimentos, anteriormente mencionados, com cada uma das entrevistas, buscamos articular as convergências e as divergências que transcendem o caráter individual, trazido em cada depoimento. Esse movimento requer um olhar atento do pesquisador, pois se refere ao momento de reunir articuladamente os sentidos e significados que se entrelaçam ao retomar, de modo atento, o que foi evidenciado na análise das entrevistas. O termo *reunir* (com sentido de *redução*⁷ fenomenológica, termo esse cunhado por Edmund Husserl) não se refere a uma simplificação,

⁵ O código US1E2 indica a primeira unidade de sentido destacada da segunda entrevista.

⁶ O código USg1E2 indica a primeira unidade de significado articulada da segunda entrevista.

⁷ Redução é um termo complexo, presente na fenomenologia husserliana. As ideias que traz são geradas na mudança de perspectiva assumida por Husserl com relação à realidade e ao conhecimento. Trata-se de uma mudança que abrange o pensar desse filósofo, movimentando-se da Psicologia descritiva para a fenomenologia essencial e, então, para a fenomenologia transcendental.

ao modo de uma síntese. É no âmbito da pesquisa qualitativa, segundo a visão fenomenológica, um movimento do pensar, “[...] é um ato voluntário realizado pelo sujeito, numa ação que não pretende construir ou explicar algo, mas apenas deixar-se levar por algo, intencionalmente focalizado na tentativa de compreendê-lo para além do que se pode ver imediatamente” (Bicudo, 2020, p. 403).

Com a redução - que pode ser eidética ou transcendental - a atenção é desviada da factualidade para a essencialidade. É um movimento para colocar em suspensão o que se procura saber e abandonar crenças e conceitos aceitas a priori, postulando sobre o que é investigado. Nesse movimento, o investigador expõe, por meio das articulações de ideias, a complexidade de sentidos e de significados que se entrelaçam em ideias mais abrangentes. Estas expressam entrelaçamentos de sentidos, que sempre se entrelaçam a mais sentidos, e de significados atribuídos, postos em linguagem, que vão se configurando em ideias que os abrangem em uma totalidade compreensiva.

Por ser um movimento do pensar, de expor o modo como articulamos as convergências e divergências, o trabalho demandado é complexo. *Expor como procedemos* não indica a proposição de um passo a passo, mas sim o detalhamento do movimento de análise realizado e o esclarecimento de como articulamos o focado para esse artigo, até onde nos é possível dar conta.

Buscando ir além dos sentidos e significados articulados na análise de cada entrevista realizada e transcrita, re(tomamos) a leitura das Unidades de Significado. Ao (re)lê-las, fomos reunindo aquelas que, em nossa compreensão, expressam o que indagamos. Por exemplo, a USg7E2 – *Os alunos como responsáveis pela busca dos dados e pela criação das estratégias para a resolução de uma situação*; a USg13E2 – *Com os dados levantados, o aluno buscará elencar questões, aquilo que mais chamou a atenção*; a USg16E2 – *A formulação dos problemas é ação do aluno*, a USg2E7 – *Na Modelagem, defendida por ele, os alunos escolhem os temas e o professor vai orientando*; a USg23E5 – *Os alunos não irão avançar aos novos conhecimentos sozinhos. Eles podem esboçar ideias*, foram reunidas em uma convergência que denominamos de: “Atividades” dos alunos no trabalho com a Modelagem (Tambarussi, 2021).

Outras unidades como a USg8E1 – *A relação entre Matemática e outras disciplinas é feita de forma muito simples na escola*; a USg22E2 – *O trabalho com Modelagem Matemática pode abordar conteúdos matemáticos e outros conteúdos*; USg26E3 – *O trabalho com MM*

engloba assuntos que não estão relacionados com a Matemática; USg21E4 – Ensinar usando coisas da natureza, com modelo matemático, cria um ambiente de cultura e liga a Matemática a outras áreas do conhecimento; USg3E5 – Modelagem associada a duas características: A situação investigada ser um problema para os alunos e o contexto ser do dia a dia, das ciências ou do mundo de trabalho fora da disciplina de Matemática, foram organizadas na convergência: Aspectos para além da Matemática (Tambarussi, 2021).

Procedendo desse mesmo modo, reunimos as outras USg em mais duas convergências: Possibilidades que se abrem no trabalho com a MM no ensino e “Atividades” dos professores no trabalho com a Modelagem em sala de aula.

Enfatizamos que essas denominações não são pré-determinadas. Não decorrem de perspectivas teóricas, oriundas de estudos e leituras de trabalhos pertinentes à área na qual se insere o objeto desta investigação, tomadas como conceitos previamente aceitos e definidores. Não fizemos perguntas específicas aos entrevistados que direcionassem para tal denominação. Elas foram se evidenciando à medida que analisamos as entrevistas e buscamos pelos invariantes, ou seja, pelas características, do aqui entendido como *o trabalho com a Modelagem Matemática (MM) em situações de ensino e de aprendizagem da Matemática*.

O movimento de análise, por sua vez, não é finalizado com a articulação das convergências. Estas apontam os invariantes do fenômeno ou o que neste trabalho denominamos de *categorias abertas*⁸. Mas, conforme Bicudo (2011), vamos além, transcendendo-as com vistas à interpretação hermenêutica⁹. Palmer (1969) explicita esse movimento interpretativo ao afirmar, que ele “[...] deve basear-se na definição mais completa possível do que significa compreender [por exemplo] um texto; não é simplesmente uma arbitragem entre interpretações rivais” (Palmer, 1969, p. 77, inserção nossa).

Ressaltamos que não há um processo linear que tenha direcionado os movimentos de análise até agora apresentados e, também, que não há um único modo de conduzir as

⁸ Categorias abertas, pois reúnem diferentes ideias sob uma nomenclatura, isto é, estão abertas ao horizonte de interpretação.

⁹ A palavra hermenêutica tem sua raiz etimológica no verbo grego, “[...] hermeneuein, usualmente, traduzido por «interpretar», e no substantivo hermeneia, «interpretação»” (Palmer, 1969, p. 23, destaques do autor). Assim, a análise hermenêutica diz da interpretação que, segundo Heidegger (2008, p. 209), “funda-se existencialmente no compreender e não vice-versa. Interpretar não é tomar conhecimento do que se compreendeu, mas elaborar as possibilidades projetadas no compreender”.

interpretações das categorias abertas, embora sejam encontradas sugestões, como no caso da bibliografia estudada.

Uma prática importante dessa análise [hermenêutica] é destacar as palavras que chamam a atenção em unidades de significado, ou seja, sentenças que respondem significativamente à interrogação formulada, e buscar pelas origens etimológicas, focando também o que querem dizer na totalidade do texto analisado e quais possíveis significados carregam no contexto do texto [...] (Bicudo, 2011, p. 49, inserção nossa).

Nesse *fazer*, além das buscas pelas origens etimológicas das palavras, dialogamos com os textos da literatura e objetivamos explicitar compreensões que são fruto, por exemplo, da articulação do exposto pelos profissionais entrevistados, da produção existente e do nosso pensar enquanto pesquisadoras. A leitura de autores significativos, assim entendidos porque dizem sobre o tema da investigação, é importante para que se ouça o veiculado no âmbito da bibliografia disponível, sobre o tema. Entretanto, na atitude fenomenológica, ouvimos o que os autores dizem, com eles dialogamos, sem tomá-los como uma *verdade* que diz do assunto investigado.

No próximo item, nos dedicamos, especificamente, ao foco do texto: *o trabalho com a Modelagem Matemática (MM) em situações de ensino e de aprendizagem da Matemática*.

Características do trabalho com a modelagem matemática no ensino de matemática

Ao nos colocamos no movimento de compreender aspectos concernentes ao trabalho com a Modelagem Matemática no ensino de Matemática, algumas características se destacaram: MM como um horizonte aberto de possibilidades de ensino e de aprendizagem; matemática e realidade; formalização; interdisciplinaridade; aspectos concernentes ao modo de ser da pessoa do aluno, também presentes na ação do cidadão.

Dos estudos e análises realizadas, compreendemos que uma das características do trabalho com a Modelagem Matemática no ensino de Matemática refere-se a ele ser *aberto a um horizonte de possibilidades*. Em muitos estudos é explicitado que o trabalho com a MM busca, por exemplo: abordar conteúdos matemáticos de diferentes séries escolares; abranger situações do cotidiano do aluno; abranger discussões que extrapolem as questões matemáticas.

No entanto, mesmo sendo um *horizonte aberto* o trabalho com a Modelagem Matemática, em alguns momentos, pode se mostrar fortemente vinculado à atuação do professor, como indicam as USg: *o professor deu a ideia do conteúdo a ser trabalhado na situação* (USg12E1); *o professor irá mostrar ao aluno a ferramenta matemática que ele precisa*

para resolver a situação (USg20E3) (Tambarussi, 2021). Nessas unidades, conforme entendemos, os termos *dar* e *mostrar* revelam uma recomendação, um indicar. *Indicar* se coloca como uma tentativa de o professor esclarecer ou de tentar minimizar as dificuldades que os alunos possam apresentar, ao buscarem articular os conteúdos matemáticos às situações trabalhadas, à espera de serem modeladas matematicamente. Essa articulação pode ser desafiadora, quando, ao realizar a atividade, são solicitados conteúdos vistos em outras séries ou é demandada a elaboração de soluções, matematicamente mais sofisticadas, que ainda não são dominadas pelos alunos ou que solicitem discussões pertinentes às teorias específicas da Matemática.

O *indicar* mostra-se, também, conforme compreendemos, quando nos atentamos ao que é expresso na USg13E1: *os alunos [podem] não [ter] experiência para enxergar a Matemática que pode ser usada nas situações* (Tambarussi, 2021). Nesse caso, os professores podem indicar caminhos, possibilidades de proceder, conduzindo-os às escolhas e a realização do que se busca desenvolver e pode tanto trabalhar, orientando caminhos e apontando modos possíveis de proceder, como, também, pode ser mais diretivo e ensinar os conteúdos que dão suporte à realização da situação estudada.

Entretanto, o dito nessa unidade enlaça a *Matemática*, concebida como *uso*, trazida com a conotação de aplicação às situações a serem modeladas. Compreendemos que, ao abordar situações da *realidade*, o trabalho com a Modelagem busca proporcionar, por exemplo, que o aluno atribua significados ao estudo da Matemática. Porém, esse é um tema complexo. Ele envolve a própria concepção de Matemática, entendida como ciência, como é concebida e tratada na civilização ocidental, e sua característica de não ser diretamente decorrente ou aplicada à realidade do mundo, compreendida ao nível do conhecimento natural ou, como Husserl a ele se refere, pré-categorial (Husserl, 2008).

Isso porque não há uma representação biunívoca entre realidade e Matemática. Os objetos matemáticos são idealidades constituídas e produzidas no movimento da redução eidética, em que a atenção é desviada da factualidade para a essencialidade. Seus conceitos *não* são formados diretamente de conteúdos apreendidos da experiência realizada com objetos da realidade do mundo natural em que se vive e da respectiva coleção de aspectos deles abstraídos. Porém, são constituídos exclusivamente no movimento intencional do ato de pensar que entrelaça conteúdos apreendidos.

Entendemos que as experiências vivenciadas na realidade mundana pelas pessoas estão no bojo do processo de constituição e de produção dos objetos matemáticos. Entretanto, esses objetos são “idealidades” (Bicudo, 2020) nomeadas e cuja realidade não é aquela da materialidade dos objetos empiricamente dados, mas já são tratados nas suas formas perfeitas e exatas, porque embasadas nas puras figuras-limite (Husserl, 2008). Sendo assim, trabalhar com a Modelagem Matemática junto às *situações da realidade* demanda que se pergunte a respeito da situação que está sendo considerada: a vivenciada no mundo do cotidiano, quando se está com outras pessoas? Com seres da natureza? Com teorias científicas? Com obras de arte? Com as teorias da Matemática? Essas perguntas indicam a exigência de um pensar a respeito das características da realidade que se abrem conforme a região de inquérito focada: arte, intersubjetividade, ciências da natureza, ciências exatas etc. *Enxergar a matemática* presente na realidade demanda, portanto, que tanto a Matemática, quanto as características da realidade focada, sejam “vistas”, isto é, compreendidas. O que argumentamos vai na direção de explicitar que essas características, por si só, não garantem que os alunos *enxerguem* a Matemática que pode ser interpretada como descrevendo a realidade tratada. Sempre é solicitada a presença do professor, realizando um diálogo contínuo com o aluno, ouvindo o que ele está dizendo em seus raciocínios e argumentações e indicando possibilidades para que a atividade seja desenvolvida.

Formalização se evidencia como outra característica presente no trabalho da MM na Educação Matemática. O trabalho matemático de *formalizar* se mostra articulado a muitas ações refletidas e expressas pela linguagem e demanda uma intervenção mais direta do professor, conforme o explicitado nos depoimentos analisados. As seguintes USg revelam esse entendimento: *os alunos não irão avançar aos novos conhecimentos sozinhos. Eles podem esboçar ideias* (USg23E5), *a formalização das ideias dos alunos fica a cargo do professor* (USg24E5), *é função do professor levar os alunos a chegarem no modelo* (USg13E7), *o professor, ao perceber que há indícios de novas ideias matemáticas, pode fazer a ponte para que essas ideias sejam formalizadas* (USg22E5) (Tambarussi, 2021). O que está sendo dito com a palavra *formalização*?

No dicionário da língua portuguesa, o termo *formalização* é explicitado como “procedimento por meio do qual um sistema de conhecimentos é considerado em suas estruturas formais, por meio de símbolos algébricos, axiomas, normas sintáticas e desenvolvimentos

lógico e, assim, purificado de seus conteúdos empíricos ou materiais” (Houaiss, 2017, s.p.). No dicionário de Filosofia, o termo formalização está assim explicitado:

característico da lógica e da filosofia da ciência, contemporânea. Com "F. de uma teoria" entende-se o procedimento com que é construído um sistema meramente sintático de símbolos S, regido por alguns axiomas (e, eventualmente, por regras práticas de formação e derivação das fórmulas), dos quais, de acordo com as normas sintáticas do próprio sistema, derivam fórmulas que constituem transformações tautológicas do grupo de axiomas (Abbagnano, 2007, p. 471).

Formalização é, também, apresentada como “construção de um sistema de conhecimentos por redução às suas estruturas formais e abstração feita de seu conteúdo empírico ou intuitivo [...]” (Japiassú & Marcondes, 2001, p. 81). No âmbito da Filosofia da Matemática, “o conceito moderno de formalismo deve ser atribuído a [David] Hilbert [1861-1943] (Snapper, 1984, p. 91, inserção nossa). Segundo Da Silva (2007, p. 235) “o formalismo esclarece a dimensão puramente simbólica e formal da matemática” e de modo bastante breve, trazemos que a ideia geral do Programa de Hilbert era “formalizar os vários ramos da matemática, e então demonstrar matematicamente que cada um deles está isento de contradições” (Snapper, 1984, p. 92). Os formalistas, segundo explicitação de Batistela (2017, p. 28),

acreditavam [...] que ao formalizar as teorias matemáticas livrariam a Matemática de contradições, bem como de possíveis paradoxos, pois seriam eliminados pelo processo de reescrita da mesma com demonstrações rigorosas em um sistema formal. Assim, na teoria formalizada não existiria sentença para a qual se tivesse uma prova de verdade e de falsidade, simultaneamente. Logo, pensavam, provariam que as teorias matemáticas são completas e consistentes dentro da sua própria axiomática.

Na literatura sobre MM na Educação Matemática a *formalização* se mostra, por exemplo, na “fase” denominada de “Matematização”. É apresentada por Almeida, Silva & Vertuan (2012, p. 16, grifos dos autores) como:

A situação-problema identificada e estruturada na fase de inteiração, de modo geral, apresenta-se em linguagem natural e não parece diretamente associada a uma linguagem matemática, e assim gera-se a necessidade de transformação de uma representação (linguagem natural) para outra (linguagem matemática). Essa linguagem matemática evidencia o problema matemático a ser resolvido. [...] Daí que a segunda fase da Modelagem Matemática é caracterizada por “matematização”, considerando esses processos de transição de linguagens, de visualização e de uso de símbolos para realizar descrições matemáticas.

Destacamos a respeito da formalização, que está tratada nos parágrafos antecedentes, duas questões. Uma concerne ao próprio formalizar e a outra à matematização.

Formalizar em Matemática é uma ação que envolve uma generalização para além da experiência empírica com os objetos, ainda que se esteja realizando uma operação com fórmulas matemáticas ou com ações concernentes ao fazer matemático, como, por exemplo, contar, medir, posicionar-se no espaço e tempo, realizar previsões, etc. A formalização, além de propiciar uma liberdade ao pensar, ao trabalhar com símbolos (palavras ou matemáticos), sustenta-se em uma lógica explicitada por proposições gerais que exprimem leis de dependências funcionais.

Conforme nossa leitura, *matematização* se mostra como uma fase do trabalho com a Modelagem Matemática no ensino de Matemática e expressa, segundo alguns autores, a “transformação” da linguagem natural para a linguagem matemática; parece dizer, no caso específico da Modelagem, da aplicação de conceitos, procedimentos matemáticos às situações que são da *realidade*.

A Matematização é uma questão importante para a compreensão da ciência e da presença da Matemática na explicação de ocorrências às quais estamos, como humanos, envoltos; vai além do contexto do trabalho com a Modelagem Matemática em sala de aula. Vargas (1996), em seu texto, História da matematização da natureza, afirma que “[...] com o aparecimento do conhecimento teórico grego aparece um processo que veio a moldar a forma das ciências da natureza. É o que se poderia chamar de matematização da natureza”.

A matematização das Ciências Naturais é exposta por Husserl (2008) como um processo decorrente da transformação advinda da obra de Galileu (1564-1642), no começo da Idade Moderna, que toma o espaço ideal, conforme o posto na Geometria Euclidiana, como o espaço em que os corpos físicos são estudados. A visão que prevaleceu foi a de um mundo infinito obtido por um método racional, coerente e sistemático. Com tal visão, abriu-se um horizonte infinito para a Matemática que apoiou as ciências, tanto através da possibilidade de aplicar as suas teorias, como tomando-as enquanto uma base metódica e ontológica. Nos séculos que se seguiram à Galileu, a ciência, a técnica e a tecnologia avançaram em suas investigações, progredindo sempre em direção ao mais exato. Passam a plicar os resultados obtidos à leitura do mundo em geral e colocam-se acima de outros modos de o homem compreender o mundo. Há um processo de absolutização do conhecimento científico que assume a posição de uma ontologia, pois diz o que é a realidade e definem modos de aplicação. Husserl se refere a essa

visão da ontologia das ciências, as quais estão sustentadas na Matemática, como um processo de matematização da natureza.

No § 9 da Crise das Ciências Europeias, Husserl (2008), apresenta como compreende a forma como Galileu teorizou a Física Moderna. Conforme Husserl, há, com Galileu, um novo entendimento sobre o fazer Física; há um trabalho pautado no método, que pode se dar com a aplicação de fórmulas numéricas gerais. Segundo aquele autor (Husserl, 2008, p. 56), “As fórmulas exprimem manifestamente conexões gerais, ‘leis da natureza’, leis de correspondências reais sob a forma de dependências ‘funcionais’ de valores numéricos”. Há, portanto, nessas explicitações, ao se falar em matematização, o destaque à fórmula e ao método, evidenciados como aspectos importante à matematização que indicam tratar-se de uma prática que vai além da aplicação de conceitos matemáticos às situações que são da realidade.

Compreendemos, tendo em vista o exposto nos trechos das entrevistas e o explicitado na literatura, que a *formalização* indica, no contexto do trabalho com a Modelagem Matemática no ensino de Matemática, o movimento de expressar, matematicamente, a situação estudada, de abordar as questões e os conteúdos matemáticos que se mostram nessa situação, de tal modo que essa abordagem considere, em alguma medida, as características da linguagem matemática, suas propriedades e suas demonstrações. Indica, também, que o aluno e o professor estão dando um salto qualitativo do, empiricamente experimentado e tratado, para conceitos mais elaborados matematicamente. Esses aspectos são relevantes às atividades com Modelagem Matemática, uma vez que eles revelam modos de a Matemática ser produzida. No âmbito da compreensão da própria Matemática (afirmando sempre: vista como ciência da civilização do mundo ocidental), formalizar abrange procedimentos com *método*, incluindo a axiomatização, e com o ato de *formular*. Esses aspectos, inerentes à ação de formalizar, são nucleares ao fazer da Matemática. Por que trabalhar com “matematização entendida apenas na dimensão dos [...] processos de transição de linguagens, de visualização e de uso de símbolos para realizar descrições matemáticas”, sem focar na própria ação de formalizar e de axiomatizar? Entendemos que essas perguntas devem ser focadas e trabalhadas pelos profissionais que assumem a MM nas atividades de ensinar Matemática.

A ***Interdisciplinaridade*** se evidencia como uma das características do trabalho da MM com a Educação Matemática, na medida em que é entendido que esse trabalho busca abranger diferentes temas e debates que podem emergir das situações estudadas. Algumas falas dos

entrevistados vêm ao encontro desse entendimento, como as ideias articuladas nas USg que seguem: *trabalho com MM, na Educação Básica, volta-se para aspectos das Ciências Humanas e Sociais e também da Matemática (USg29E2), engloba assuntos que não estão relacionados com a Matemática (USg26E3)* (Tambarussi, 2021). Assim, a MM se mostra como uma atividade interdisciplinar, transcendendo os limites da disciplinaridade, indicando também que valoriza aspectos não matemáticos no trabalho com a Modelagem Matemática. Essa visão pode estar articulada à tentativa de dissociar o ensino de Matemática de entendimentos que o coloquem, por exemplo, como algo isolado, em que:

a matemática aparece-nos como um corpo altamente desenvolvido de conhecimento puramente racional – portanto independente da experiência – sobre entidades abstratas apenas pensáveis, e de modo nenhum perceptíveis por meio dos sentidos, que não obstante são capazes de oferecer meios para organizarmos os dados dos sentidos e estruturarmos nossa experiência do mundo a ponto de podermos prever experiências futuras (Da Silva, 2007, p. 29).

Vale destacar que nesse excerto o autor não faz referência ao ensino de Matemática, mas que ele foca a Matemática enquanto Ciência. No entanto, compreendemos que esse entendimento acerca da Matemática pode se refletir no modo como o ensino é abordado em sala de aula. É, no âmbito dessas compreensões que a Modelagem Matemática busca abranger situações que não expressem a Matemática como circunscrita à linguagem lógica e ao jogo de “regras”, mas que a tomem como uma possibilidade que a articule a outras áreas do conhecimento e às vivências mundanas. Essa é uma abertura para procedimentos interdisciplinares que são muito enfatizados e valorizados pelos autores que escrevem sobre MM na EM, conforme indicado, por exemplo, em Klüber (2012).

Aspectos concernentes ao modo de ser da pessoa do aluno se constituem como uma das características da Modelagem Matemática na Educação Matemática. As entrevistas apontam que, ao se trabalhar com a MM no ensino de Matemática, almeja-se que se *desenvolva a criatividade dos alunos e que eles criem as estratégias de resolução (USg3E2); que o aluno pode ser autônomo ao trabalhar com Modelagem (USg4E2); o protagonismo do aluno ao trabalhar com MM na Educação Matemática (USg25E2), a autonomia e liberdade para trabalhar a sala de aula com algum contexto (USg24E3)* (Tambarussi, 2021). Essas afirmações evidenciam os aspectos não matemáticos da situação de ensino e de aprendizagem, e ressaltam os concernentes à ação de ensinar, de educar, bem como às dirigidas à formação da pessoa do aluno.

Conforme compreendemos, *criatividade, autonomia, protagonismo, liberdade* explicitam o movimento de os alunos escolherem o tema da situação trabalhada, de buscarem por informações que possam contribuir para a realização da atividade, de discutirem aspectos de outras áreas do conhecimento que se mostram no trabalho com a MM. Esses são aspectos vitais à formação da pessoa e estão imbricados à concepção de educar que transcende e engloba a ação de ensinar.

Síntese compreensiva

O foco deste texto incidiu sobre as características do *trabalho com a Modelagem Matemática (MM) em situações de ensino e de aprendizagem da Matemática*. Expomos que se trata de um trabalho *aberto* às possibilidades de ensinar Matemática e de educar a pessoa do aluno, formando também o cidadão, ao buscar valorizar e proporcionar a autonomia, a liberdade no desenvolvimento de atividades de MM.

No que concerne ao trabalho com os conteúdos matemáticos do ensino realizado, este, de modo geral, fica sob a responsabilidade do professor indicá-los, tendo em vista situações em que a modelagem deverá ser exercitada. No que concerne à valorização de abordar aspectos não matemáticos nas atividades desenvolvidas com Modelagem Matemática na Educação Matemática, ela está explicitada na concepção interdisciplinar assumida nessa visão de ensino e de educação.

Há uma preocupação com o fato de os alunos não *enxergarem* a Matemática presente nas situações estudadas. Essa explicitação está, em nosso entendimento, articulada à impossibilidade de haver uma correspondência biunívoca entre *realidade* empiricamente experimentada e vivenciada e a *Matemática*. Isso porque a Matemática, como produzida no âmbito da ciência da civilização ocidental, que é a tomada como importante no Currículo das escolas que almejam formar o cidadão, trabalha com objetos idealizados, com base nas puras figuras-limite.

A visão da realidade dos objetos matemáticos não assume uma separação entre a realidade do mundo natural e aquela de objetos ideais. Ambas estão entrelaçadas em sua gênese. O que ocorre é que apenas a manipulação e apreensão de características dos objetos tomados em sua concretude não faz a ponte entre esses objetos e aquele da matemática. É preciso que o percebido na experiência com os objetos concretos seja tomado como percebido, ou seja, como

ideia e é com essa ideia, também entendida por Husserl como essência, que as articulações do pensar são postas em movimento construindo idealidades. Essa mudança de olhar: dos objetos vivenciados e compreendidos ao nível do conhecimento comum para os objetos idealizados é complexa e carece de aprofundamentos.

Enfatizamos ser importante ficar atento para que o trabalho com a MM não se restrinja às tentativas iniciais de resolução apresentadas pelos alunos. Deve-se cuidar para que as atividades não se limitem a essas tentativas iniciais ou que os aspectos não matemáticos se sobreponham com tal força que as questões matemáticas sejam colocadas em segundo plano (Tambarussi, 2021). Esse cuidado exige que o professor tenha clareza sobre o que pretende ao trabalhar com Modelagem Matemática no ensino de Matemática, bem como a respeito das ideias que subjazem ao trazido na dimensão do tratado por essa ciência. Clareza, porque se trata, como mencionamos, de um trabalho que se dirige para um *horizonte aberto* de possibilidades de escolhas de caminhos: para dar conta das situações destacadas para a modelagem, bem como para que seja discutida a temática, relativa à Matemática e a outras disciplinas e situações, envolvida nela. No caso de o aluno se mostrar ativo e voltado às atividades que estão sendo solicitadas e realizadas, é importante que o professor fique atento às propostas do aluno, acompanhando-o nos caminhos em direção à *formalização* e à *axiomatização* que possam estar sendo delineados.

Referências

- Abbagnano, N. (2007). *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Martins Fontes.
- Almeida, L. M. W. de., Silva, K. P. da., & Vertuan, R. E. (2012). *Modelagem Matemática na educação básica*. São Paulo: Contexto.
- Barbariz, T. A. M. (2017). *A constituição do conhecimento matemático em um curso de matemática à distância*. (Tese de doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.
- Barbosa, J. C. (2004). As relações dos professores com a Modelagem Matemática. In *Anais do 8º Encontro Nacional de Educação Matemática* (pp. 1-11). Recife: SBEM.
- Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto.
- Batistela, R. de F. (2017). *O teorema da incompletude de Gödel em cursos de licenciatura em matemática*. (Tese de doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.

- Bean, D. (2001). O que é Modelagem Matemática? *Educação Matemática em Revista*, (9), 49-57.
- Bicudo, M. A. V. (org.). (2011). *Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica*. São Paulo: Cortez.
- Bicudo, M. A. V. (2020). The origin of number and the origin of geometry: issues raised and conceptions assumed by Edmund Husserl. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 8(18), 387-4180.
- Biembengut, M. S. (2009). 30 anos de Modelagem Matemática na Educação Brasileira: das propostas primeiras às propostas atuais. *Alexandria*, 2(2), 7-32.
- Blum, W. (2011). Can Modelling Be Taught and Learnt? Some Answers from Empirical Research. In E. G. KAISER. et al. (eds.). *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling, International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 15-30). [S.I.]: Springer.
- Burak, D. (2004). A modelagem matemática e a sala de aula. In *Anais do 1º Encontro Paranaense de Modelagem em Educação Matemática* (pp. 1-10). Londrina: UEL, 2004.p. 1-10.
- Burak, D. (2010). 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*, 1(1), 10-27.
- Burak, D., & Aragão, R. M. R. de. (2012). *A modelagem matemática e relações com a aprendizagem significativa*. Curitiba: CRV.
- Ceolim, A. J., & Caldeira, A. D. (2015). Modelagem Matemática na Educação Matemática: obstáculos segundo professores da Educação Básica. *Educação Matemática em Revista*, 1, 25-3.
- Da Silva, J. J. (2007). *Filosofias da Matemática*. São Paulo: Editora Unesp.
- Heidegger, M. (2008). *Ser e tempo* (3. ed). Tradução de Márcia Sá Cavalcante Schuback. Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco.
- Houaiss, A. (2017). *Dicionário Houaiss de sinônimos e antônimos*. São Paulo: Objetiva.
- Husserl, E. (2006). *Ideias para uma fenomenologia pura e para uma filosofia fenomenológica*. Tradução de M. Suzuki. Aparecida: Ideias & Letras.
- Husserl, E. (2008). *A Crise das ciências europeias e a fenomenologia transcendental: uma introdução à filosofia fenomenológica*. Tradução de Pedro M. S. Alves. [S.I.]: Phainomenon e Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa.
- Japiassú, H., & Marcondes, D. (2001). *Dicionário básico de Filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- Meyer, J. F. da C. de A., Caldeira, A. D., & Malheiros, A. P. dos S. (2011). *Modelagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.

- Mutti, G. de S. L. (2020). *Adoção da modelagem matemática para professores em um contexto de formação continuada*. (Tese de doutorado). Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.
- Oliveira, W. P. (2016). *Modelagem Matemática nas licenciaturas em matemática das universidades estaduais do Paraná*. (Dissertação de mestrado). Centro de Educação, Comunicação e Artes, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.
- Palmer, R. E. (1969). *Hermenêutica*. Tradução de Maria Luísa Ribeiro Ferreira. Lisboa: Edições 70.
- Sberga, A. A. (s.d.). *A formação da pessoa em Edith Stein*. Curitiba: Paulus.
- Silva, K. A. P., Kato, L. A., & Klüber, T. E. (2014). Modelagem Matemática na Educação Matemática: Perspectivas e Diálogos entre os diferentes níveis de ensino. In *Anais do 12º Encontro Paranaense de Educação Matemática* (pp. 1-4). Campo Mourão: UNESPAR.
- Snapper, E. (1984). As Três Crises da matemática: o Logicismo, o Intuicionismo, e o Formalismo. Tradução de J. P. de Carvalho. *Humanidades*, 2(8), 85-93.
- Tambarussi, C. M., & Bicudo, M. A. V. (2020). Focando o conceito de conhecimento em Modelagem Matemática na Educação Matemática. *Paradigma*, XLI(2), 311-330.
- Tambarussi, C. M. (2021). *A produção do conhecimento matemático ao se trabalhar com Modelagem Matemática*. (Tese de doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.
- Vargas, M. (1996). História da matematização da natureza. *Estudos Avançados*, 10(28), 249-276.
- Venturin, J. A. (2015). *A Educação Matemática no Brasil da perspectiva do discurso de pesquisadores*. (Tese de doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Autores:

Carla Melli Tambarussi

Licenciada em Matemática pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, PR. Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, PR. Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Rio Claro, SP. Atualmente é professora substituta do Instituto Federal do Paraná (IFPR), Assis Chateaubriand, PR.

E-mail: carlatambarussi@hotmail.com

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

Maria Aparecida Viggiani Bicudo

Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Universidade Estadual Paulista. Pesquisadora 1-A do CNPq. Presidente da Sociedade de Estudos e Pesquisa Qualitativos (www.sepq.org.br). Coordenadora do Grupo de Pesquisa “Fenomenologia em

Educação Matemática. Autora de livros, de capítulos de livros e de artigos em periódicos. Site:

www.mariabicudo.com.br.

E-mail: mariabicudo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3533-169X>

Como citar o artigo:

TAMBARUSSI, C. M.; BICUDO, M. A. V. Características nucleares do trabalho com a Modelagem Matemática no âmbito da Educação Matemática. **Revista Paradigma**, Vol. XLIII, Edição Temática: Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática, pp 307-328, mayo, 2022.