
DOSSIÊ PPGEM 40 ANOS

Desdobramentos da pesquisa em Modelagem Matemática desenvolvida em dissertações e em teses no PPGEM para a comunidade brasileira

Developments in Mathematical Modeling research conducted in dissertations and theses at PPGEM for the Brazilian community

Carla Melli **Tambarussi***

 ORCID iD 0000-0002-4359-1766

Tiago Emanuel **Klüber****

 ORCID iD 0000-0003-0971-6016

Resumo

A Modelagem Matemática na Educação Matemática (MM) tem sido foco das nossas investigações, sejam elas desenvolvidas em coautoria sejam individualmente. Articulada a essa convergência de área de investigação, está o fato de o PPGEM ser parte da nossa trajetória acadêmica. Desse modo, aproveitando a chamada de artigos para o número *PPGEM 40 ANOS* do Boletim de Educação Matemática – Bolema, perseguimos, neste texto, a seguinte interrogação de pesquisa: O que significam, para a comunidade brasileira de MM, os núcleos temáticos das dissertações e das teses defendidas no PPGEM, em seus 40 anos, que abordaram essa área de pesquisa? O caminho metodológico, escolhido para dar conta da interrogação, foi o levantamento das dissertações e das teses, que abordaram a Modelagem Matemática, produzidas e defendidas no âmbito do programa. A análise das pesquisas foi conduzida segundo a compreensão fenomenológica e na qual articulamos quatro categorias que dizem sobre os núcleos temáticos das investigações analisadas, quais sejam: C1 - O ensino e a aprendizagem de Matemática ao se trabalhar com a MM; C2 - Modelagem Matemática e a formação de professores; C3 - Aspectos próprios da Modelagem Matemática; C4 - Modelagem Matemática junto a outras possibilidades para o trabalho com a Matemática em sala de aula. Esses núcleos expressam, por exemplo, o potencial do PPGEM em inaugurar discussões na área da Modelagem Matemática, dentre as quais pode-se destacar a formação de professores em Modelagem Matemática, bem como a formação de pesquisadores que se tornaram nomes renomados no âmbito da comunidade de MM.

Palavras-chave: Pesquisa Qualitativa. Fenomenologia. Núcleos temáticos. Programa de Pós-Graduação. Formação de Recursos Humanos.

* Doutora em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Coordenadora Educacional no Colégio Integração (CI), Assis Chateaubriand, Paraná, Brasil. E-mail: carlatambarussi@hotmail.com.

** Doutor em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor de Graduação e de Pós-Graduação na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Cascavel, Paraná, Brasil. E-mail: tiagokluber@gmail.com.

Abstract

Mathematical Modeling in Mathematics Education (MM) has been the focus of our investigations, whether developed in co-authorship or individually. This research convergence is closely tied to the fact that PPGEM is part of our academic trajectory. Thus, taking advantage of the call for articles for the *PPGEM 40 YEARS* issue of the Mathematics Education Bulletin – Bolema, we pursue in this text the following research question: What do the thematic nuclei of the dissertations and theses defended at PPGEM over its 40 years, which addressed this research area, mean for the Brazilian MM community? The methodological approach chosen to address this question was the survey of dissertations and theses that focused on Mathematical Modeling, produced and defended within the program. The analysis of the research was conducted according to phenomenological understanding, and we articulated four categories concerning the thematic nuclei of the analyzed investigations: C1 - The teaching and learning of Mathematics through working with MM; C2 - Mathematical Modeling and teacher education; C3 - Specific aspects of Mathematical Modeling; C4 - Mathematical Modeling along with other possibilities for working with Mathematics in the classroom. These nuclei express, for example, the potential of PPGEM to initiate discussions in the area of Mathematical Modeling, among which we can highlight the training of teachers in Mathematical Modeling, as well as the training of researchers who have become renowned figures within the MM community.

Keywords: Qualitative Research. Phenomenology. Thematic cores. Graduate Program. Human Resources Development.

1 Introdução

Ao nos atentarmos à chamada de artigos para o número *PPGEM 40 ANOS* do Boletim de Educação Matemática – Bolema, passamos a pensar sobre quais aspectos poderíamos nos dedicar. Dentre eles, indagamo-nos sobre as seguintes possibilidades: falarmos sobre o que temos desenvolvido no âmbito da pesquisa e nas nossas salas de aulas; falarmos das marcas deixadas pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática - PPGEM em nossa trajetória.

Sem desconsiderar esses questionamentos, optamos por articulá-los, isto é, abranger o que temos pesquisado e, igualmente, abordar *as marcas* deixadas pelo PPGEM na área enfatizada das pesquisas realizadas, seja em coautoria, em projetos desenvolvidos com outros pesquisadores, seja individualmente. Para tanto, o texto que aqui apresentamos tem como foco expor e compreender os núcleos temáticos abordados nas pesquisas em Modelagem Matemática na Educação Matemática, produzidas no âmbito do PPGEM.

A opção pelas pesquisas em Modelagem Matemática se justifica, como mencionado brevemente, pelo fato de a nossa trajetória acadêmica ser pautada, em sua grande parte, por trabalhos realizados sobre essa área e por termos feito, ao longo dos últimos anos, pesquisas de cunho meta-analítico sobre diferentes aspectos da pesquisa em Modelagem (Tambarussi; Klüber, 2014; Klüber *et al.* 2015; Klüber; Tambarussi, 2017; Tambarussi; Bicudo, 2020; Mutti; Tambarussi; Klüber, 2022). Para além ou, em complemento a essas investigações, destacamos a relevância dos grupos de pesquisas dos quais participamos e que sugerem serem colocados

em debate aspectos sobre a MM. São eles: IFEM: Investigação Fenomenológica na Educação Matemática e FEM: Fenomenologia e Educação Matemática.

Nas quatro décadas de vida do PPGEM, a Modelagem Matemática sempre se mostrou como importante tema, tanto pela presença de orientadores interessados no tema, quanto pelo forte interesse de pós-graduandos, dentre os quais se destacam alguns dos pesquisadores da área na pesquisa brasileira, presentes na primeira turma do programa, tais como: Burak (1987) e Anastacio (1990).

Desse modo, o pioneirismo na orientação da pesquisa e a continuidade dos pós-graduandos como pesquisadores e outros por eles orientados, já é um importante argumento histórico que sustenta a relevância dos resultados da pesquisa que aqui apresentamos. Além disso, há outros pesquisadores importantes para a comunidade de Modelagem, do final dos anos de 1990 e de 2000, que se tornaram nomes expressivos para toda a comunidade, inclusive, demarcando uma virada paradigmática, tanto na prática quanto na pesquisa, com a tese de Barbosa (2001), como se pode ver em Klüber (2009), ao argumentar sobre o estilo de pensamento, fortemente, demarcado pela perspectiva sócio-crítica de Modelagem Matemática na Educação Matemática.

Portanto, articulando a relevância do PPGEM no e para o contexto brasileiro, como primeiro programa de pós-graduação em Educação Matemática, o destaque dos pesquisadores formados por ele para a comunidade brasileira, interrogamos, fenomenologicamente: *O que expressam os núcleos temáticos de dissertações e de teses defendidas no PPGEM, em seus 40 anos, para a comunidade brasileira de Modelagem Matemática na Educação Matemática?* Essa interrogação solicitou, inicialmente, o levantamento dos trabalhos produzidos no programa, o que está apresentado no item 3 do texto. O texto é composto, ainda, pela apresentação de alguns aspectos concernentes à Modelagem Matemática, de compreensões sobre a postura fenomenológica com a qual conduzimos a investigação, das análises e interpretações articuladas e das considerações sobre o que foi realizado.

2 Modelagem Matemática na Educação Matemática

A abordagem de aspectos concernentes à MM pode se dar por diversos caminhos, dentre os quais, podemos citar: discorrer sobre a sua origem estar vinculada à Matemática Aplicada; apresentar as distintas compreensões sobre a Modelagem na Educação Matemática; indicar possibilidades de implementações em sala de aula; expor a diversidade de teorias que se pretende articular junto ao desenvolvimento de situações de MM. Neste item, dedicar-nos-emos

a abranger a maioria deles sem, no entanto, aprofundarmo-nos em algum aspecto de modo específico, visto não se tratar do foco da pesquisa.

A Modelagem Matemática é proveniente do contexto das aplicações da Matemática praticada por matemáticos, por engenheiros, por biólogos, etc (Bassanezi, 2002; Bean, 2001; Meyer; Caldeira; Malheiros, 2011). Nesse contexto, a MM foca em eventos que descrevem situações da *realidade*, como “[...] nos processos de mecanismos de controle de dinâmica populacional, de epidemiologias, de processos neurológicos [...]” (Javaroni, 2007, p. 26).

Henry Pollak, um dos pioneiros da área da MM, apresentou alguns encaminhamentos acerca do trabalho com ela.

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)¹.

Essas afirmações sobre a Modelagem Matemática no contexto da Matemática Aplicada, em conjunto com os estudos de textos de autores como Fowler (1997), Bassanezi (2002) e Sossae e Meyer (2006), permite-nos destacar a recorrência da afirmação: *modelar situações da realidade*. Tal recorrência leva-nos a um dos fatores que fizeram com que a Modelagem Matemática se expandisse pela Educação Matemática, uma vez que havia, entre os professores de Matemática, a preocupação com o fato de que o ensino e a aprendizagem da Matemática fossem significativos para os alunos. Essa preocupação, por sua vez, articula-se com o trecho acima destacado, haja vista a relação prévia existente de que, ao se trabalhar com situações da *realidade* do aluno ou da comunidade, na qual está inserido, ganham significado o ensino e a aprendizagem da Matemática.

Ao mencionarmos a ramificação, pela Educação Matemática, é válido enfatizar que ela ganha força no final dos anos de 1970 e início dos anos de 1980, 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

¹ 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 livre).

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).

As discussões sobre como se ensina Matemática, nas palavras da autora supracitada, tem evidenciado que, enquanto uma possibilidade para as aulas de Matemática, a Modelagem Matemática mostra-se significativa, na medida em que há, na literatura da área, argumentos de que a Modelagem Matemática, ao trabalhar com situações do cotidiano dos alunos, pode desenvolver a criatividade, a criticidade, podendo, ainda, possibilitar discussões que extrapolem aspectos matemáticos, tais como: ambientais, sociais, financeiras, consumo de água, de energia elétrica, reciclagem de lixo.

No âmbito da pesquisa acadêmica, tais discussões se mostram, por exemplo, em eventos² da área da Educação Matemática, aqueles que são específicos³ da MM, em dissertações e em teses, bem como em artigos científicos, contribuindo para o fortalecimento da área, de tal modo que sejam expostos aspectos práticos de atividades desenvolvidas com alunos nos diferentes níveis de ensino, com professores, mas também que explicitam: compreensões filosóficas e epistemológicas acerca dos distintos temas que permeiam a Modelagem Matemática; considerações sobre a formação de professores que trabalham com MM; entendimentos sobre modos de articular distintas teorias com a Modelagem Matemática.

Pouco se tem investigado, no entanto, sobre o impacto da produção de programas de pós-graduação no compartilhamento de teorias e práticas sobre Modelagem. Por isso, essa pesquisa se tornou relevante tanto pelo tema do número especial quanto pela possibilidade de abarcar, de modo explícito, a contribuição do PPGE-M para a comunidade brasileira de Modelagem, advinda de dissertações e de teses. Assim, passamos à descrição dos dados produzidos para esta investigação.

3 Levantamento das dissertações e das teses defendidas no PPGE-M

Conforme afirmado na introdução, a interrogação focada solicitou a realização de um levantamento das pesquisas em nível de mestrado e de doutorado, produzidas e defendidas no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro. Para tanto,

² Alguns eventos são: SIPEM – Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática; EPREM – Encontro Paranaense de Educação Matemática; ENEM – Encontro Nacional de Educação Matemática; EPEM – Encontro Paulista de Educação Matemática.

³ Alguns eventos são: CNMEM – Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática; EPMEM – Encontro Paranaense de Modelagem na Educação Matemática

acessamos o site⁴ da Biblioteca da referida Universidade e, no campo destinado à pesquisa, digitamos a palavra Modelagem Matemática. Na sequência, buscamos pelas dissertações e pelas teses vinculadas à Biblioteca do *campus* de Rio Claro e obtivemos como resultado 34 dissertações e 14 teses.

Com esse quantitativo de pesquisas, olhamos, de modo mais atento, para os títulos desses trabalhos e para os Programas de Pós-Graduação a eles vinculados e verificamos que 18 dissertações pertenciam a outros programas de pós-graduação, tais como: Mestrado Profissional, Mestrado em Ciências Biológicas, Mestrado em Geociências e Meio Ambiente, Mestrado em Física.

Destacamos, ainda, o acesso ao site da Biblioteca Digital de Teses e de Dissertações - BDTD⁵, objetivando verificar se muitos trabalhos ficaram de fora do levantamento realizado e detalhado nos parágrafos acima. Assim como na busca realizada anteriormente, cujo foco era identificar pesquisas, que abordaram a Modelagem Matemática na Educação Matemática; na busca recente, não foram mapeados novos trabalhos. Desse modo, nosso material de análise totalizava 16 dissertações e 14 teses que estão apresentadas, respectivamente, nos quadros a seguir, organizadas por ordem crescente de datas.

Quantitativo	Referência (gerada pelo site)
D_001_1987 ⁶	Burak, Dionisio. Modelagem matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5. série. Rio Claro [SP: [s.n.], 1987. Print.
D_002_1989	Dolis, Maria. Ensino de cálculo e o processo de modelagem. Rio Claro: [s.n.], 1989. Print.
D_003_1989	Gazzetta, Marineusa. A modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores. Rio Claro: [s.n.], 1989. Print.
D_004_1990	Anastacio, Maria Queiroga Amoroso. Considerações sobre a modelagem matemática e a educação matemática. Rio Claro: [s.n.], 1990. Print.
D_005_1990	Gustineli, Odesnei Aparecida Pastori. Modelagem matemática e resolução de problemas: uma visão global em educação matemática. Rio Claro: [s.n.], 1990. Print.
D_006_1991	Monteiro, Alexandrina. O ensino de matemática para adultos através do método modelagem matemática. Rio Claro: [s.n.], 1991. Print.
D_007_1992	Correa, Roseli de Alvarenga. A modelagem: o texto e a história inspirando estratégias na educação matemática. Rio Claro: Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 1992. Print.
D_008_1993	Franchi, Regina Helena de Oliveira Lino. A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia. Rio Claro: [s.n.], 1993. Print.
D_009_2002	Spina, Catharina de Oliveira Corcoll. Modelagem matemática no processo ensino-aprendizagem do cálculo diferencial e integral para o ensino médio. Rio Claro: [s.n.], 2002. Print.
D_010_2004	Malheiros, Ana Paula dos Santos. A produção matemática dos alunos em um ambiente de modelagem. Rio Claro: [s.n.], 2004. Print.
D_011_2007	Diniz, Leandro do Nascimento. O papel das tecnologias da informação e comunicação nos projetos de modelagem matemática. Rio Claro: [s.n.], 2007. Print.
D_012_2008	Andrade, Mirian Maria. Ensino e aprendizagem de estatística por meio da modelagem matemática: uma investigação com o ensino médio. Rio Claro: [s.n.], 2008. Print.

⁴ https://unesp.primo.exlibrisgroup.com/discovery/search?vid=55UNESP_INST:UNESP

⁵ <https://bdtb.ibict.br/vufind/>

⁶ Primeira dissertação analisada e que foi defendida no ano de 1987.

D_013_2009	Hermínio, Maria Helena Garcia Barbosa. O processo de escolha dos temas dos projetos de modelagem matemática. Rio Claro: [s.n.], 2009. Print.
D_014_2010	Sampaio, Luana Oliveira. Educação estatística crítica: uma possibilidade? Rio Claro: [s.n.], 2010. Print.
D_015_2014	Domingues, Nilton Silveira. O papel do vídeo nas aulas multimodais de matemática aplicada: uma análise do ponto de vista dos alunos. Rio Claro: Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2014. Print.
D_016_2016	Honorato, Alex Henrique Alves. Modelagem matemática e o material didático do Estado de São Paulo: diálogos em um trabalho com licenciandos. Rio Claro: Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2016. Print.

Quadro 1 - Dissertações sobre Modelagem Matemática defendidas no PPGEM
Fonte: pesquisa própria (2024)

Quantitativo	Referência (gerada pelo site)
T_001_2001 ⁷	Barbosa, Jonei Cerqueira. Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores. Rio Claro: [s.n.], 2001. Print.
T_002_2002	Araújo, Jussara de Loiola. Cálculo, tecnologias e modelagem matemática: as discussões dos alunos. Rio Claro: [s.n.], 2002. Print.
T_003_2002	Franchi, Regina Helena de Oliveira Lino. Uma Proposta curricular de matemática para cursos de engenharia utilizando modelagem matemática e informática. Rio Claro: [s.n.], 2002. Print.
T_004_2003	Ferreira, Denise Helena Lombardo. O Tratamento de questões ambientais através da modelagem matemática: um trabalho com alunos do ensino fundamental e médio. Rio Claro: [s.n.], 2003. Print.
T_005_2004	Jacobini, Otávio Roberto. A Modelagem matemática como instrumento de ação política na sala de aula. Rio Claro: [s.n.], 2004. Print.
T_006_2008	Malheiros, Ana Paula dos Santos. Educação matemática online: a elaboração de projetos de modelagem. Rio Claro: [s.n.], 2008. Print.
T_007_2012	Dalla Vecchia, Rodrigo. A modelagem matemática e a realidade do mundo cibernético. Rio Claro: Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012. Print.
T_008_2015	Posada Balvin, Fabian Arley. Práticas algébricas no contexto da modelagem compreendida como proposta pedagógica. Rio Claro: Tese - (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2015. Print.
T_009_2016	Galleguillos Bustamante, Jeannette Emma. Modelagem matemática na modalidade online: análise segundo a teoria da atividade. Rio Claro: Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2016. Print.
T_010_2018	Forner, Régis. Modelagem matemática e o legado de Paulo Freire: relações que se estabelecem com o currículo. Rio Claro: Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2018. Print.
T_011_2019	Fillos, Leoni Malinoski. Modelagem matemática nos anos 1980 narrativas e itinerários de cursos de especialização. Rio Claro: Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2019. Print.
T_012_2021	Tambarussi, Carla Melli. A produção do conhecimento matemático ao se trabalhar com modelagem matemática. Rio Claro: Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2021. Print.
T_013_2022	Osti, Mariele de Freitas. Educação matemática com a turma de jovens e adultos da agrovila campinas: um estudo com modelagem matemática. Rio Claro: Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2022. Print.
T_014_2022	Souza, Lahis Braga. Modelagem matemática os olhares dos estudantes após o desenvolvimento de uma atividade. Rio Claro: Tese (doutorado) - Universidade Estadual

⁷ Primeira tese analisada e defendida no ano de 2001.

	Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2022. Print
--	--

Quadro 2 - Teses sobre Modelagem Matemática defendidas no PPGEM
Fonte: pesquisa própria (2024)

Os trabalhos selecionados, em sua grande maioria, já são de nosso conhecimento; porém, na visada da produção no interior do PPGEM e sob um olhar fenomenológico, revelaram novo sentido, após a análise que esclarecemos no item 4.

4 Sobre a Fenomenologia e o modo como analisamos os dados

Após realizarmos o levantamento das dissertações e das teses defendidas no PPGEM, analisamos o material. A análise, assim como a postura assumida para o desenvolvimento do artigo, é conduzida, segundo a pesquisa qualitativa com enfoque fenomenológico, o que solicita um pensar filosófico. Esse, segundo afirmado em Tambarussi (2021, p. 24)

[...] sempre se volta sobre o experimentado, não o aceitando tal qual se mostra em sua objetividade. Ao realizar o movimento de “re-flexão”, o pensar filosófico já não aceita, de modo ingênuo, o objetivamente posto e as verdades pré-estabelecidas, abrindo-se à dúvida. Ao se perguntar sobre as dúvidas, vai realizando uma crítica sobre as afirmações e avançando para uma “re-flexão” a respeito das críticas configuradas. É um pensar que se põe em marcha em busca de compreensões.

Na Fenomenologia, “a consciência não se dirige ao objeto puro e simples, mas sim ao objeto intencional, ao objeto tal como este se manifesta *subjetivamente* a um eu, segundo seus distintos modos de doação ou fenômenos” (Moura, 2006, p. 16, grifo do autor).

Entretanto, o leitor pode se perguntar: o que esse trecho diz? Diz da visão de mundo da Fenomenologia. Ao citar o termo consciência, a Fenomenologia não se refere aos usos comuns do termo, que podem expressar: “Fiquei com peso na consciência por determinada ação”. Ales Bello (2006, p. 45) afirma que a “[...] consciência não é um lugar físico, nem um lugar específico, nem é de caráter espiritual ou psíquico (Ales Bello, 2006, p. 45). “[...] Consciência não quer dizer que a cada momento nós temos que dizer *agora estamos vendo, agora estamos tocando*. Consciência significa que, enquanto nós olhamos, nos damos conta de que estamos vendo, ou que, enquanto tocamos, nos damos conta de tocar” (Ales Bello, 2006, p. 32-33, grifo da autora). O dar-se conta é a consciência de algo; a consciência de tocar alguma coisa, de estar-com-ela.

Ainda sobre a citação de Moura (2006), destaca-se o termo intencionalidade. Para Husserl (2001, p. 48, grifo do autor), a intencionalidade é a “particularidade intrínseca e geral que a consciência tem de ser consciência de qualquer coisa, de trazer na sua qualidade de *cogito*, o seu *cogitatum*”. É importante enfatizar que intencionalidade e intencional, no âmbito da

filosofia fenomenológica, não são sinônimos de proposital, “[...] mas diz do corpo encarnado que sempre está ligado ao mundo por seus sentidos, dirigido a um foco que se destaca ao seu olhar intencional, estabelecendo, de imediato, uma união entre o ver-visto” (Bicudo, 2014, p. 42). A intencionalidade é um conceito nuclear no pensamento fenomenológico, pois

[...] pode ser entendido, em uma primeira visada, como um fio invisível que nos une ao que focamos mediante um olhar atento e interrogador. Trata-se de um modo de estarmos, quando em estado de vigília, sempre atentos ao que nos envolve no mundo-vida circundante. Essa atentividade é, primeiramente, existencial e não intelectual (Bicudo, 2014, p. 43-44).

Enquanto uma visão de mundo que não se dirige ao objeto puro e simples, pois é inatingível, a Fenomenologia não parte de uma verdade ou de fundamentos dados, aprioristicamente, sobre o mundo. Ela olha para o que vê e busca compreender, em um movimento de dúvida, de análises, de crítica, de esclarecimentos. Esse movimento se opõe àquilo que é comum à orientação natural, na qual, segundo Moura (2006, p. 16), nos situamos espontaneamente na nossa vida cotidiana, quando nos dirigimos às coisas para manipulá-las; “[...] viramo-nos, intuitiva e intelectualmente, para *as coisas* que, em cada caso, nos estão dadas e obviamente nos estão dadas” (Husserl, s.d., p. 37, grifo do autor).

Entendemos que esse modo não fenomenológico de conduzir a pesquisa e de assumir os procedimentos é legítimo e pode ser importante em investigações de distintas áreas, quando levantam perguntas que exigem um tratamento objetivo dos dados. No entanto, não vem ao encontro do que indagamos nesse texto. O que buscamos é a compreensão das temáticas das dissertações e das teses produzidas pelo PPGEM e a compreensão não é uma coisa objetivamente dada; exige, para dela falar, um pensar sobre o visto.

Para tanto, não analisamos os dados com as lentes de uma teoria preestabelecida. Ao contrário, colocamos em evidência para que eles se mostrem e se revelem, à medida que voltamos nosso olhar, repetidas vezes, à interrogação de pesquisa e buscamos por procedimentos que possam dar conta daquilo que buscamos compreender.

No que se refere a esse artigo, os procedimentos abrangeram o levantamento das dissertações e das teses e os dois momentos da análise do material, denominados por Martins, Boemer e Ferraz (1990) e Bicudo (2011), de 1) análise ideográfica e 2) análise nomotética.

A análise ideográfica compõe o momento em que se trabalha, individualmente, com o material de análise, que pode ser: transcrição de entrevistas, de vídeos, diários de campo, relatórios de pesquisas, textos científicos. Busca-se, nesses materiais, destacar trechos que são significativos à interrogação de pesquisa. A análise nomotética vai além dos destaques individuais de cada análise ideográfica; indica as convergências e as divergências do analisado

ideograficamente.

Ao indicarmos as convergências, investimos “[...] em interpretações efetuadas mediante articulações mais abrangentes permitidas por um diálogo estabelecido entre depoentes, análise hermenêutica, obras de autores significativos, finalizando com exposição do sentido que a pesquisa faz para o pesquisador” (Bicudo, 2011, p. 66).

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”.

5 Análise das dissertações e das teses produzidas no PPGEM

Inspirados pelo movimento de análise descrito por Martins, Boemer e Ferraz (1990) e Bicudo (2011), passamos à análise das pesquisas em nível de mestrado e de doutorado, produzidas no âmbito do PPGEM. Para tanto, em primeiro lugar, destacamos os objetivos e/ou interrogações de pesquisa, apresentados nos resumos das investigações. Buscando clarear os sentidos expressos nos objetivos e/ou interrogações, reescrevemos cada um deles e, na sequência, organizamos as Unidades de Significado (US), que são articulações feitas pelos pesquisadores, nas quais são explicitados os sentidos daquilo que foi destacado em cada trabalho.

Cada Unidade de Significado recebeu uma codificação, por exemplo: US1 (D_001_1987), que diz da Unidade de Significado da primeira dissertação analisada e defendida no ano de 1987; US3 (T_003_2002), Unidade de Significado da terceira tese analisada e defendida no ano de 2002.

Após esse movimento, entendido como análise ideográfica, voltamo-nos à articulação das categorias abertas, visando às convergências de significados e, para isso, retomamos a leitura das Unidades de Significado, destacando as relevantes ideias nelas presentes. Focados atentamente, procuramos ver se elas poderiam ser reunidas em uma ideia mais abrangente, que as abarcasse. Por exemplo, ao lermos as unidades: US2 (D_002_1989) - Desenvolver uma abordagem para o ensino de CDI na perspectiva da MM; US12 (D_012_2008) - Implicações que a MM pode oferecer ao processo de ensino e de aprendizagem da Estatística; e a US8 (T_008_2015). Entendemos que as práticas algébricas dos alunos, durante o desenvolvimento

de atividades de MM, podem expressar uma Ideia Abrangente, a qual denominamos: *O ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos no trabalho com a MM*.

Com esse movimento, articulamos, em um primeiro movimento de reunião das Unidades de Significado, dezesseis Ideias Abrangentes:

1. O ensino de Matemática com a MM
2. O ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos no trabalho com a MM
3. Modelagem Matemática na formação de professores
4. Teorização da Modelagem Matemática
5. Criatividade, Modelagem Matemática e Resolução de problemas
6. MM em atividades/cursos extraclasse
7. Modelagem Matemática junto a outras possibilidades para o trabalho com a Matemática em sala de aula
8. Aspectos que são próprios ao trabalho com a Modelagem Matemática
9. Realidade por meio da Matemática e/ou Estatística quando trabalham com a Modelagem Matemática
10. O ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos no trabalho com a MM e com outras possibilidades para o ensino de Matemática
11. Modelagem Matemática e currículo
12. Formação inicial de professores
13. Aspectos não matemáticos do trabalho com a MM em sala de aula
14. Formação continuada de professores
15. Produção de conhecimento matemático
16. O estudante e a Modelagem Matemática

É importante dizer que

[...] esse é um *movimento do pensar*, que vai articulando sentidos e significados que se entrelaçam sempre em direção à luz que vai iluminando ou a clareza que vai se fazendo em direção à interrogação formulada, movimento esse que já engendra um modo de ser expresso e vai em direção a ser expresso em uma linguagem proposicional, visando à possibilidade de ser retomado junto a outro, que também busca compreender o interrogado. Trata-se da redução fenomenológica em movimento. [...] é um movimento que continua, na *démarche* da investigação, até quando as ideias já foram reduzidas, evidenciando mais possibilidades de reunião de sentidos e de significados. Pode ocorrer de haver ideias não passíveis de serem reunidas a outras, permanecendo como idiossincráticas (Tambarussi, 2021, p. 91-92, grifo da autora).

Ao estabelecermos as Ideias Abrangentes, acima expostas, detivemo-nos para entender o que diziam, visando compreender se poderiam ser reunidas em ideias ainda mais abrangentes. Com esse movimento, entendemos que os sentidos e os significados das Ideias: 1, 2, 6, 9, 11 e

16 se entrelaçam e convergem para a Categoria Aberta⁸: C1 - *O ensino e a aprendizagem de Matemática ao se trabalhar com a MM*. Procedendo do mesmo modo, articulamos mais três Categorias Abertas, quais sejam: C2 - *Modelagem Matemática e a formação de professores*, na qual ficaram reunidas as ideias abrangentes 3, 12 e 14; C3 - *Aspectos próprios da Modelagem Matemática*, cujos sentidos e significados das ideias 4, 5, 8, 9, 13 e 15 se mostraram entrelaçados; C4 - *Modelagem Matemática junto a outras possibilidades para o trabalho com a Matemática em sala de aula*, na qual reunimos as ideias 5, 7 e 10.

Destaca-se que uma ideia abrangente pode se fazer presente em diferentes Categorias Abertas, haja vista que as Ideias podem expressar variadas articulações referentes ao que se pretende investigar.

No próximo item, apresentamos as interpretações das categorias, nas quais realizamos uma abertura hermenêutica, buscando dar conta do que indagamos no artigo: *O que expressam os núcleos temáticos de dissertações e de teses defendidas no PPGEM, em seus 40 anos, para a comunidade brasileira de Modelagem Matemática na Educação Matemática?*

6 Interpretações das Categorias Abertas

Quando voltamos a atenção para a categoria C1 - *O ensino e a aprendizagem de Matemática ao se trabalhar com a MM*, destacamos que a sua força expressa um dos aspectos que induziu os educadores matemáticos a buscarem na Modelagem Matemática, na Matemática Aplicada, ramificações para a Educação Matemática e, além disso, um dos motivos que faz com que a MM continue sendo desenvolvida no âmbito das salas de aula, qual seja: a preocupação com o processo de ensino e de aprendizagem da Matemática.

Converge para o que argumentamos, o trecho explicitado por Burak:

[...] A trajetória [da Modelagem Matemática na Educação Matemática] é marcada e balizada pelas perguntas: como ensinar a Matemática de forma a favorecer a aprendizagem dos estudantes? Como dar mais sentido e significado ao ensino da Matemática? Dessa forma, o percurso começa com as referências existentes da Modelagem Matemática, originária da Matemática Aplicada (Burak, 2017, p. 15-16, inserção nossa).

Nos trabalhos que compõem o material para esta pesquisa, destaca-se, por exemplo, a presença da primeira investigação sobre MM defendida no PPGEM. Trata-se de uma dissertação de autoria de Dionísio Burak do ano de 1987. Essa dissertação teve como foco,

⁸ Categorias abertas, pois não definem a estrutura do ser por categorias, mas revelam as categorias articuladas no processo de investigação mediante as análises ideográfica e nomotética, abrindo-se ao trabalho hermenêutico, revelando possíveis horizontes de compreensão em movimento de vir a ser (Bicudo, 2011, p. 66).

segundo a Unidade de Significado, US1 (D_001_1987) – [a] Proposição da MM como uma metodologia alternativa para o ensino de Matemática. Para além de ter como enfoque preocupações concernentes ao processo de ensino e de aprendizagem da Matemática, esse trabalho trouxe indicativos de como o autor entende o *fazer* Modelagem Matemática na Educação Matemática. Esses indicativos se fortaleceram, ganharam corpo teórico e se constituíram em uma das compreensões de MM mais citadas na área, conforme apontado por Klüber (2012) e por Tambarussi (2021).

Para além da constituição de uma das compreensões sobre MM, o autor da referida dissertação é formador de um número expressivo de pesquisadores e de profissionais que se dedicaram e se dedicam a aspectos da pesquisa em Modelagem e, inclusive, da Educação Matemática. Esse autor se tornou um dos principais pesquisadores e representante da Modelagem, enfocando a dimensão do ensino e da aprendizagem, por meio da Modelagem Matemática, abrindo um campo de pesquisa e formando diversos pesquisadores que assumem e corroboram aquilo que podemos chamar de programa de pesquisa⁹, no sentido lakatosiano do termo, desse pesquisador. Alguns desses pesquisadores passaram a atuar em programas de pós-graduação, formando novos pesquisadores. Esse aspecto merece uma investigação em termos de redes de coautoria, de modo semelhante ao realizado por Klüber (2023), focando os demais autores que se destacaram dessa análise.

Ainda, nesta categoria, destacam-se, pela recorrência com que se mostraram no movimento de análise, aquelas investigações que visam ao ensino e à aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral - CDI, com Modelagem Matemática, em diferentes cursos de graduação, dentre os quais: Biologia, Matemática, Engenharia Mecânica. As Unidades de Significado que expressam essa recorrência são: US2 (D_002_1989) - Desenvolver uma abordagem para o ensino de CDI na perspectiva da MM; US8 (D_008_1993) - Questiona se é possível aprender CDI com a implementação da MM, em um curso de engenharia mecânica; US10 (D_010_2004) - Utilização de conteúdos matemáticos na disciplina de CDI no curso de Biologia, onde a MM é um dos enfoques pedagógicos; US9 (D_009_2002) - A MM e o trabalho com o CDI como estratégia inerente à interdisciplinaridade e à resolução de problemas do mundo real; US2 (T_002_2002) - Discussões que ocorrem entre os alunos de CDI, quando desenvolvem atividades de MM.

⁹ Os programas de pesquisa são caracterizados por um conjunto de hipóteses e teorias que se constituem em um cinturão protetor, sobre o qual não se é possível efetuar a retransmissão da falsidade, ou seja, mesmo que alguma consequência lógica do conjunto de hipóteses seja falsa, a lógica dedutiva permite *afiançá-la* (Silveira, 1996). No caso em questão, a hipótese de que a Modelagem contribui para aprendizagem mantém-se como núcleo básico do referido autor, segundo o nosso entendimento.

É possível observar que uma das dissertações mais antigas que compõe o material de análise, defendida no ano de 1989, já apresentava como foco o ensino do CDI. Essa preocupação se mostra, ainda atual, quando nos deparamos com textos que indicam dificuldades dos alunos nesse componente, bem como os altos índices de reprovação (Cordeiro, 2017; Lima, 2021). Evidencia também a abrangência do nível de ensino das pesquisas, não ficando restritas apenas à Educação Básica.

Nesta categoria, destaca-se, ainda, a presença do trabalho da professora Jussara de Loiola Araújo. Pesquisadora que tem contribuído com a disseminação da Modelagem Matemática em seus diversos campos de atuação, sejam eles no âmbito da pesquisa, sejam no contexto da sala de aula. Sua compreensão sobre a Modelagem também é forte na comunidade e apresenta convergências com o entendimento da MM segundo a perspectiva sociocrítica.

Outro conteúdo matemático citado nos trabalhos analisados é a Estatística: US12 (D_012_2008) - Implicações que a MM pode oferecer ao processo de ensino e de aprendizagem da Estatística; US14 (D_014_2010) - Investigaram a realidade, por meio da Matemática e/ou da Estatística, quando estavam trabalhando com MM num curso de Administração. Embora as duas Unidades de Significado tragam o mesmo conteúdo matemático, elas apresentam enfoques distintos: a primeira busca entender *como* a MM pode contribuir; a segunda *já assume* o trabalho com a MM para dar conta de outros aspectos que abrangem o componente curricular.

Além disso, há, na categoria, os textos que direcionam, de modo mais direto, o olhar para o aluno: US8 (T_008_2015) - Práticas algébricas dos alunos durante o desenvolvimento de atividades de MM; US14 (T_014_2022) - O olhar do estudante do EF sobre o desenvolvimento de atividades de MM. É importante destacar que são trabalhos mais atuais, o que pode indicar mudanças na própria comunidade de Modelagem Matemática e, portanto, nos interesses de pesquisa.

Obviamente, é fundamental reafirmar que estamos tratando de *um* Programa de Pós-Graduação e que a pesquisa em Modelagem Matemática é abordada em outros lugares. Mas é um ambiente que contempla profissionais, sabidamente, relevantes e reconhecidos pela área. Desse modo, as temáticas abordadas expressam carências e aprofundamentos próprios da comunidade em Modelagem Matemática.

Entendemos que o cuidado em olhar para o aluno se mostra importante, para que possamos compreender como ele tem trabalhado com a MM, isto é, o que é mais difícil para ele? Como fica o entendimento matemático? Como eles expressam as questões matemáticas, quando trabalham com a MM? Como conciliam os questionamentos não matemáticos com os da matemática?

A MM também é incorporada às práticas que vão além dos trabalhos com os conteúdos matemáticos, como é o caso do trabalho que buscou analisar um curso que tinha como objetivo o exame de suplência: US6 (D_006_1991) - Análise de um curso, com ênfase da MM, de matemática que visa ao exame de suplência. A autora exemplifica esse exame, quando declara que: O grande número de analfabetos e semianalfabetos tem levado o estado e a sociedade a criar meios de reintegrar essas pessoas ao sistema formal de ensino. Um desses meios são os exames de suplência. Ao buscar pelo termo “exame de suplência”, fomos direcionados à seguinte exposição: “O Encceja é uma prova do Governo Federal que avalia as competências, as habilidades e os saberes de jovens e adultos que não concluíram o ensino fundamental ou o ensino médio na idade adequada¹⁰”.

Assim, entendemos que o enfoque do trabalho analisado expressa uma demanda não só da época, mas também o agora. Ao relacionar o curso à Modelagem Matemática, demonstra, do mesmo modo, a preocupação em proporcionar aos alunos um processo de ensino e de aprendizado com situações que estejam próximas ao que eles vivenciam.

Ainda compõe a categoria o texto que, ao se dedicar aos aspectos concernentes ao ensino e à aprendizagem da Matemática, buscou investigar US13 (T_013_2022) – [as] Contribuições da Matemática escolar em atividades, com MM, com alunos da EJA do campo. Nota-se o cuidado em abranger modalidades de ensino que apresentam características distintas no que tange aos alunos e àquilo que eles procuram, ao frequentarem a escola. Além desse cuidado, visualiza-se na MM uma possibilidade pedagógica que contribua para dar conta das especificidades requeridas, quando se trabalha com a EJA e com a Educação do Campo.

O movimento de redução, que realizamos, permitiu a articulação, nesta categoria, de aspectos relacionados ao currículo e que estão expressas nas seguintes Unidades de Significados: US16 (D_016_2016) - Expressões dos licenciandos sobre o desenvolvimento de atividades de MM junto ao material didático de SP; US3 (T_003_2002) - Estruturação de um currículo de Matemática para os cursos de Engenharia, utilizando a MM e a Informática; US10 (T_010_2018) - Reflexões sobre o desenvolvimento da MM quando há um currículo prescrito.

Vale destacar que esta é uma temática que se faz presente nos debates sobre a MM e que podem ser acessados em textos como o de Caldeira (2015), Forner e Malheiros (2019), Caldeira, Magnus e Cambi (2018) e já estava colocada de maneira interna na dissertação de Burak (1987).

¹⁰ Informações retiradas do endereço: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/fazer-o-exame-nacional-para-certificacao-de-competencias-de-jovens-e-adultos#:~:text=O%20Encceja%20%C3%A9%20uma%20prova,ensino%20m%C3%A9dio%20na%20idade%20adequada>. Acesso em: 06 jan. 2024.

Essa presença se justifica, porque ao se inserir no âmbito da sala da aula, a MM precisa estar articulada aos aspectos que compõem a sala de aula. E o currículo é um deles.

Essas discussões sobre currículo e a MM esbarram, certamente, na compreensão que se tem sobre currículo. De qual currículo estamos falando? Qual é o currículo que está nas escolas? Quais compreensões e imposições eles carregam? Entendemos que, ao tratar de currículo, é importante que tenhamos clareza de que

O currículo nunca é apenas um conjunto neutro de conhecimentos, que de algum modo aparece nos textos e nas salas de aula de uma nação. Ele é sempre parte de uma tradição seletiva, resultado da seleção de alguém, da visão de algum grupo acerca do que seja conhecimento legítimo. É produto das tensões, conflitos e concessões culturais, políticas e econômicas que organizam e desorganizam um povo (Apple, 2006, p. 59).

Por vezes, entendemos que reflexões, como a apresentada na citação acima, ficam em segundo plano, quando se discute com gestores, professores, alunos e pais sobre currículo e sobre as diferentes possibilidades da tradicional para o ensino, em especial, o ensino de Matemática. Na maioria dos casos, a preocupação está em dar conta, em um determinado período, dos conteúdos matemáticos previstos nas ementas curriculares dos cursos. Esses estudos sobre o currículo evidenciam que o programa se torna um amparo para o enfrentamento de situações político-educacionais, em particular, no Estado de São Paulo.

Quando nos propomos a discutir situações que envolvem o processo de ensino e de aprendizagem, é importante que coloquemos em pauta a formação de professores. Essa pauta é, da mesma forma, abordada nos trabalhos que se dedicam à Modelagem Matemática e está expressa na categoria aberta C2 - *Modelagem Matemática e a formação de professores*.

A importância acima mencionada põe-se em destaque, quando uma das primeiras dissertações produzidas no PPGEM se dedica a tal enfoque, conforme trazido pela US3 (D_003_1989) - Relatar o que está sendo realizado em cursos de aperfeiçoamento, ao se usar a MM. O foco desse trabalho pode se justificar pela participação do orientador desta dissertação, o professor Rodney Carlos Bassanezi, em cursos de especialização na década de 1980. Em uma narrativa à Fillos (2019), ele menciona:

[...] em 1982, nós - professores do Departamento de Matemática da Unicamp -, recebemos um convite para ministrar um curso de Especialização em Matemática em Guarapuava, no Paraná, mas não sabíamos para quem era esse curso. [...] Quando chegamos lá, no entanto, e observamos o perfil dos professores inscritos, constatamos que metade era ainda aluno da graduação e, a outra metade, tinha se formado há bastante tempo e não se lembrava dos conteúdos, nem de Cálculo. [...] Foi, então, que a gente mudou totalmente a estrutura do curso. Em vez de dar as disciplinas, procuramos fazer uma coisa diferente, pois o que tínhamos planejado não iria agradar ninguém. Se déssemos um curso muito elementar, os professores de Matemática não iriam aproveitar nada. Se déssemos um curso mais forte, os alunos da graduação é que não iriam aproveitar. [...] Nossa proposta para os alunos foi ver o que a gente conseguia tirar de Matemática da realidade deles. Depois de conhecer um pouco a

turma e falar de atividades que desenvolvíamos na Unicamp, fizemos a proposta: *qual é a realidade de vocês? Vamos conhecer a cidade! Vamos ver quê Matemática temos por aí!* (Fillos, 2019, p. 49-50).

Apesar da reconhecida importância em discutir a formação de professores e desse trabalho, defendido já no final da década de 1980, conferindo ênfase a essa temática, iniciada, segundo Bicudo (2003, p. 23), nessa mesma época, em um “movimento que se segue ao da descoberta do papel da escola como aparelho do Estado e do ensino, como ação que reproduz conhecimentos”, as pesquisas em Modelagem Matemática se voltaram, nos anos seguintes, em termos de temáticas de investigação, conforme anunciamos em Tambarussi e Klüber (2014, p. 222), em “[...] inserir essa tendência no contexto educacional, tendo em vista o potencial atribuído à Modelagem Matemática no que se refere à diversidade metodológica”.

Nesse mesmo trabalho supracitado, no qual realizamos um levantamento de dissertações e de teses sobre Modelagem Matemática na Educação Matemática, no Banco de Teses da Capes, afirmamos que as pesquisas com enfoque na formação de professores em Modelagem Matemática referem-se aos anos de 2001, 2005, 2008, 2009, 2010 e 2011.

É importante mencionar que a retomada de discussões sobre a Formação de Professores em Modelagem Matemática, datada no artigo, coincide com a próxima pesquisa sobre essa temática produzida no âmbito do PPGEM: US1 (T_001_2001) - Concepções de futuros professores de Matemática em relação à MM. A pesquisa trouxe contribuições importantes, levantando discussões na área de MM sobre a formação de professores, como, por exemplo, o fato de haver atividades de formação de professores que abordem a MM; isso, no entanto, não afeta, de modo direto, a sala de aula do professor de Matemática.

Outrossim, vale destacar a relevância e o impacto acadêmico do autor desta tese, o professor Jonei Cerqueira Barbosa. Trata-se de um dos autores mais citados na área da Modelagem Matemática, com uma compreensão voltada à visão sociocrítica de MM, contribuindo para que os professores possam implementar a MM em sala de aula sob diferentes perspectivas. Desde um entendimento mais aberto, no qual os alunos são responsáveis por formular a situação a ser investigada e a levantar as informações necessárias, até situações mais fechadas, nas quais o professor já apresenta o problema a ser resolvido. Como já dissemos, esse autor inaugura, explicitamente, um paradigma de prática e de pesquisa de Modelagem Matemática, constituindo-se, assim como Burak, em um expoente, porém, em direção distinta. Por isso, entendemos não ser impróprio afirmar que o programa atraiu pesquisadores de grande relevância para o contexto nacional e as suas produções passaram a direcionar um conjunto de pesquisas e de novos núcleos temáticos que se espalharam pelo Brasil, consolidando

importantes coletivos de pesquisa.

A próxima pesquisa do programa sobre a formação de professores em Modelagem Matemática refere-se ao ano de 2008 e articulou a temática à Educação a Distância: US6 (T_006_2008) - Como ocorre a elaboração de projetos de MM em um curso realizado à distância. Nesse trabalho, também destacamos a relevância da autora, a professora Ana Paula dos Santos Malheiros, que se tornou uma referência na área da Modelagem Matemática, em especial na formação de professores, com enfoque em discussões freireanas.

Ressalta-se, nesse cenário, a capacidade do PPGEM ao retomar, em nível de temáticas de pesquisa, a formação de professores em Modelagem Matemática, que se encontrava em segundo plano na área. Por ser um espaço privilegiado tanto em termos geográficos, quanto pela ambiência da pesquisa e pelo amplo diálogo e formação em alto nível reconhecida pelos seus docentes, o Programa parece ter oportunizado a gênese e o desenvolvimento de pesquisas de ponta, as quais continuam a ser perseguidas por alguns dos que ali se tornaram mestres e/ou doutores.

Quanto às demais pesquisas sobre a formação de professores em Modelagem Matemática, produzidas pelo PPGEM, notamos que não houve uma continuidade, ao menos no que se refere ao aspecto temporal, uma vez que as pesquisas, que compõem o nosso levantamento, acerca dessa temática, são datadas de 2016 e 2019: US9 (T_009_2016) - Como ocorre o desenvolvimento de processos de MM segundo a Teoria da Atividade durante a formação continuada de professores e US11 (T_011_2019) - Analisar o desenvolvimento dos primeiros cursos de especialização com ênfase na MM realizados na década de 1980. A primeira pesquisa buscou desenvolver MM com professores em formação continuada sob à luz de um referencial teórico e a segunda pesquisa trouxe considerações sobre o forte movimento de especializações sobre MM, ocorrido da década de 1980 e em quais aspectos esse movimento contribuiu, também, para o desenvolvimento da Educação Matemática, enquanto área de pesquisa.

Vale salientar que, embora seja possível observar uma lacuna, no que se refere ao desenvolvimento de pesquisas sobre a formação de professores em Modelagem Matemática no âmbito do PPGEM, a temática ganhou força em outros ambientes acadêmicos. Em outras palavras, ainda que a temática não tenha se tornado contínua no PPGEM, a primeira geração formada por ele, assim como a segunda e a terceira gerações, formadas por pesquisadores da primeira geração, deram continuidade às pesquisas, orientados por outros pesquisadores, tornando-se imprescindíveis para a comunidade, como é o caso de Andréia Pereira de Oliveira, orientada pelo Professor Jonei Cerqueira Barbosa, Tiago Emanuel Klüber, orientado por

Dionísio Burak e Regis Forner, orientado por Ana Paula dos Santos Malheiros. Esses pesquisadores da segunda geração, em particular os dois primeiros, pelo tempo mais distante de suas defesas contribuíram e passaram a ser reconhecidos pela comunidade de Modelagem como nomes significativos, ora dando continuidade a temas dos seus orientadores, ora abrindo novas possibilidades e novas compreensões, tanto sobre a Modelagem quanto sobre a formação de professores. Um exemplo é a formação de professores em Modelagem Matemática mais longeva, instaurada no Brasil, gestada e coordenada pelo professor Tiago Emanuel Klüber, junto à professora Carla Melli Tambarussi, em parceria com professores de escolas públicas paranaenses.

As Unidades de Significado que compõem a categoria C3 – *Aspectos próprios da Modelagem Matemática* - convergem, mesmo em suas especificidades, para aspectos que são recorrentes à literatura em MM, mas que carecem de explicitações para que a área seja, igualmente, compreendida em seus aspectos mais complexos.

O primeiro trabalho que nos fez pensar em um movimento de redução que abrangesse as características, citadas acima, foi o apresentado na seguinte Unidade de Significado: US4 (D_004_1990) - O que é a Modelagem Matemática? Essa, tendo em vista um outro trabalho realizado por nós, é a primeira investigação que se dedicou a indagar *o que é* a MM. A interrogação, conforme entendemos, mostra-se significativa não só à época em que foi produzida, mas ainda hoje se faz necessário que tenhamos clareza sobre o que é a Modelagem Matemática, para que a sua implementação, em sala de aula, seja realizada de modo a atender as demandas dos alunos e dos professores. Compreendemos que, ao se ter clareza sobre *o que é* a Modelagem Matemática, os professores possam, por exemplo, pensar em adaptações necessárias para o seu contexto escolar.

No âmbito da comunidade acadêmica, outras pesquisas se dedicaram a indagar a MM. Uma delas é a tese de Klüber (2012), que traz discussões filosóficas, buscando responder o que é a Modelagem Matemática. Essa tese se debruça no mesmo movimento da dissertação de Anastácio (1990) defendida no PPGEM, nutrindo-se de reflexões que já estavam postas naquele primeiro trabalho, porém, olhando para aspectos que tinham emergido como novos marcadores paradigmáticos.

Na literatura em Modelagem Matemática, é comum nos depararmos com termos como *criatividade; construção, produção e aquisição de conhecimento; escolha de temas; realidade; contextualização; autonomia*. Tais termos estão presentes nas diferentes compreensões sobre a MM, em discursos que visam contribuir para que a Modelagem seja implementada em sala de aula.

A força e a recorrência desses termos movimentam, inclusive, as pesquisas acadêmicas desenvolvidas na área, em particular no âmbito do PPGEM, tais como: US5 (D_005_1990) - Como a criatividade emerge, ao se trabalhar com a MM e com a Resolução de Problemas; US13 (D_013_2009) - Dimensões envolvidas na escolha de temas, quando os alunos são responsáveis por essa escolha; US14 (D_014_2010) - Investigaram a realidade por meio da Matemática e/ou da Estatística, quando estavam trabalhando com MM num curso de Administração; US12 (T_012_2021) - Produção do conhecimento matemático ao se trabalhar com a MM.

Embora as pesquisas acima foquem termos que são comuns à comunidade da Modelagem, algumas assumem tais termos, como objetivamente dados, sem questionar os seus sentidos e significados. Não se quer aqui colocar que a realização dessas pesquisas não seja importante para a área, haja vista que elas expressam, a título de exemplo, considerações a respeito da implementação da MM em sala de aula, conferindo, assim, a possibilidade de um processo de ensino e de aprendizagem que seja diferente daquele convencional, que os alunos estão habituados; trata-se sim de explicitar que *o modo* como conduzimos as pesquisas podem reforçar a utilização dos termos ou possibilitar que pensemos em *o que* os termos significam e *como* eles influenciam no entendimento acerca da própria Modelagem Matemática.

Há ainda, nessa categoria, as pesquisas que se dedicam a aspectos não matemáticos que se mostram no desenvolvimento das atividades de Modelagem Matemática: US4 (T_004_2003) - Como ocorre a participação dos alunos, os elementos sociais e os pedagógicos, ao se trabalhar questões ambientais com a MM; US5 (T_005_2004) - Analisar o crescimento político dos alunos, quando a MM é implementada em sala de aula.

Os aspectos não matemáticos são fortes no âmbito da Modelagem Matemática e sendo, inclusive, mencionados nas compreensões sobre MM, como por exemplo, no caso 3 da compreensão de Barbosa, no qual o autor afirma: “[...] 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), bem como na etapa, denominada de análise crítica das soluções, da compreensão de Burak, a qual “possibilita tanto o aprofundamento de aspectos matemáticos como dos aspectos não matemáticos, envolvidos no tema” (Burak; Aragão, 2012, p. 100).

Sobre tais aspectos podemos afirmar, corroborando ao dito por Tambarussi (2021, p. 105), que eles se mostram “como algo importante do trabalho com a Modelagem Matemática em sala de aula, visando articular a Matemática, os conteúdos matemáticos às questões que podem não ser, num primeiro momento, vistas como pertinentes às aulas de Matemática”.

Nota-se, portanto uma preocupação, das pesquisas sobre MM, em indicar que o ensino de Matemática não seja visto 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 (Silva, 2007, p. 29).

Tal preocupação ganha preponderância quando as pesquisas, em particular, as pesquisas analisadas para além do trabalho com a MM, buscam articular essa possibilidade para o ensino da Matemática com outras possibilidades, tais como: a Resolução de Problemas, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, Investigação Matemática, História da Matemática.

Essa articulação está organizada na Categoria Aberta C4 - *Modelagem Matemática junto a outras possibilidades para o trabalho com a Matemática em sala de aula*, a qual abrange as seguintes Unidades de Significado: US5 (D_005_1990) - Como a criatividade emerge ao se trabalhar com a MM e com a Resolução de Problemas; US11 (D_011_2007) - Utilização das TIC, pelos alunos, nos projetos de MM; US15 (D_015_2014) - O papel do vídeo em uma disciplina de Matemática Aplicada; US7 (T_007_2012) - A MM como o mundo cibernético.

Para além da preocupação com o processo de ensino e de aprendizagem, mencionado anteriormente, o trabalho, com outras possibilidades pedagógicas para a sala de aula, indica que a MM não é o único modo de se abordarem situações no contexto escolar e que ela pode não dar conta de todas as especificidades que se mostram nesse contexto.

Em termos de pesquisa, podemos fazer alusão aos programas de pesquisa de Lakatos, quando categoriza os programas progressivos ou regressivos. Os progressivos são aqueles que preveem fatos novos; evidenciando, desse modo, a relevância e o sentido de continuidade da pesquisa. Os regressivos são aqueles que apenas confirmam os resultados ou as hipóteses de pesquisa já conhecidos, com pequenas variações. Os temas de pesquisa, da Categoria C4, em muito remetem à possibilidade de a Modelagem Matemática ser um programa regressivo. Sem dúvida, é preciso levar em conta a historicidade da produção e dos seus produtores, no entanto, pensamos que é necessária uma atenção da comunidade para com esta possibilidade, ainda mais, quando se faz presente em um programa que demarcou modos de ver o tema em sua história.

7 Considerações sobre o que foi foco do artigo

O PPGEM, por inaugurar programas de pós-graduação em Educação Matemática em

âmbito nacional e por abranger pesquisadores de renome nacional e internacional, mostra-se, também, pioneiro em pesquisas desenvolvidas no contexto da Modelagem Matemática. Esse pioneirismo, como mencionamos, ocorre pela presença de professores interessados na área e pela procura de pós-graduandos que, em alguns casos, já haviam tido contato com a MM.

Ressalta-se, pelo apresentado, que alguns dos pesquisadores, reconhecidamente, os mais importantes para a Modelagem Matemática, no campo da Educação Matemática brasileira, foram formados no âmbito do referido programa, como é o caso do professor Dionísio Burak, Jonei Cerqueira Barbosa, Ana Paula dos Santos Malheiros e Jussara de Loiola Araújo. Além desses pesquisadores, é importante mencionar o professor Marcelo de Carvalho Borba, vinculado ao PPGEM. Embora sua dissertação e sua tese não tenham abordado a Modelagem Matemática, ele contribuiu e contribui com orientações na área, bem como participando em eventos da área.

Esse aspecto merece ser enfatizado, uma vez que indica a capacidade da abertura de temas e nucleação de pesquisadores com alta capacidade de impacto para a comunidade de Modelagem. A capacidade de uma mudança de direção na prática e na pesquisa, a expansão e a manutenção da comunidade de Modelagem se devem em muito a estes pesquisadores.

Os aspectos evidenciados, nas quatro categorias articuladas, indicam que, no âmbito do PPGEM, também foram disparadas temáticas que se ramificaram e foram aprofundadas por pesquisas desenvolvidas em outros programas de pós-graduação e, em geral, no contexto da comunidade de MM. Como é o caso, por exemplo, das pesquisas sobre formação de professores em Modelagem, aquelas cujo foco está na discussão filosófica da MM.

É pertinente destacar que, ao valorizarmos e entendermos a relevância do PPGEM no fortalecimento da Modelagem Matemática, não estamos, em hipótese alguma, diminuindo a importância dos demais centros de formação de pesquisadores que abordaram a MM em suas investigações. Esses centros continuaram a fazer pesquisas e a inaugurar núcleos temáticos de investigação em Modelagem mesmo nos períodos em que não há registro de trabalhos no PPGEM.

No âmbito do PPGEM ou de outros programas de pós-graduação, as temáticas em Modelagem Matemática na Educação Matemática têm se mantido em pauta, o que indica que essa possibilidade para o ensino de Matemática ainda suscita e requer discussões, sejam elas no contexto da prática da sala de aula, sejam de objetivos filosóficos, epistemológicos e teóricos.

Referências

ALES BELLO, A. **Introdução à Fenomenologia**. Tradução de Ir. Jacinta Turolo Garcia e Miguel

Mahfoud. Bauru: Edusc, 2006.

ANASTACIO, M. Q. A. **Considerações sobre a Modelagem Matemática e a Educação Matemática**. 1990. 100 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro, 1990.

APPLE, M. A política do conhecimento oficial: faz sentido a ideia de um currículo nacional? *In*: MOREIRA, A. F.; SILVA, T. T. (org.). **Currículo, cultura e sociedade**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2006. p. 59-92.

BARBOSA, J. C. **Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores**. 2001. 253 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2001.

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. CD.

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, [s.v.], n. 9, p. 49-57, 2001.

BICUDO, M. A. V. (org.). **Formação de professores? Da incerteza à compreensão**. Bauru: EDUSC, 2003.

BICUDO, M. A. V. (org.). **Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica**. São Paulo: Cortez, 2011.

BICUDO, M. A. V. A perplexidade: ser-com-o-computador e outras mídias. *In*: BICUDO, M. A. V. (org.). **Ciberespaço: possibilidades que abre ao mundo da educação**. São Paulo: Livraria da Física, 2014. p.37-66.

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.

BURAK, D. **Modelagem Matemática: uma metodologia alternativa para o ensino de Matemática na 5ª série**. 1987. 188 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro, 1987.

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, [s.v.], n. 51, p. 9-26, dez. 2017.

CALDEIRA, A. D. Modelagem Matemática, Currículo e Formação de Professores: obstáculos e apontamentos. **Educação Matemática em Revista**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 53-62, 2015.

CALDEIRA, A. D.; MAGNUS, M. C. M.; CAMBI, B. Modelagem Matemática na Educação Matemática: uma engrenagem da maquinaria curricular. **Revista de Educação, Ciência e Cultura**, Canoas, v. 23, n. 1, p. 27-39, mar. 2018.

CORDEIRO, R. R. **Cálculo Diferencial e Integral: um estudo sobre estratégias para redução do**

percentual de não aprovação. 2017. 103 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Matemática) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

FILLOS, L. M. **Modelagem Matemática nos anos 1980**: narrativas e itinerários de cursos de especialização. 2019. 375 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2019.

FORNER, R.; MALHEIROS, A. P. S. Modelagem e o currículo paulista: entre imposições, cobranças veladas e insubordinações criativas. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, Campo Mourão, v. 8, [s.n.], p. 519-545, 2019.

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

HEIDEGGER, M. **Ser e tempo**. Tradução de Márcia Sá Cavalcante Schuback. 3. ed. Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco, 2008.

HUSSERL, E. **Meditações cartesianas**: introdução à fenomenologia. Tradução de M. G. L. Souza. Porto: Rés, 2001.

HUSSERL, E. **A ideia de Fenomenologia**. Tradução de Artur Morão. Lisboa: Edições 70, s.d.

JAVARONI, S. L. **Abordagem geométrica**: possibilidades para o ensino e aprendizagem de introdução às Equações Diferenciais Ordinárias. 2007. 230 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

KLÜBER, T. E. Um olhar sobre a Modelagem Matemática no Brasil sob algumas categorias fleckianas. **Alexandria**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p. 219-240, 2009.

KLÜBER, T. E. **Uma metacompreensão da Modelagem Matemática na Educação Matemática**. 2012. 396 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

KLÜBER, T. E.; TAMBARUSSI, C. M.; LOUREIRO, D. Z.; WICHNOSKI, P.; OLIVEIRA, W. P. Rumos e avanços da Modelagem Matemática na Educação Matemática Brasileira: um olhar sobre a pesquisa a partir dos resumos do V SIPEM. **Indagatio Didactica**, [S. l.], v. 7, p. 80-95, 2015.

KLÜBER, T. E.; TAMBARUSSI, C. M. A pesquisa em Modelagem Matemática desde a VII Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática - CNMEM. **Perspectivas da Educação Matemática**, Campo Grande, v. 10, [s.n.], p. 563-583, 2017.

KLÜBER, T. E. Rede de citações da produção sobre formação de professores e Modelagem Matemática do IFEM: perspectivas para a comunidade. In: CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2023, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2023. v. 12. p. 1-18. CD.

LIMA, E. B. O cálculo diferencial e integral e a Matemática do curso secundário. **Cad. Cedes**, Campinas, v. 41, n. 115, p. 268-285, set./dez. 2021.

MARTINS, J.; BOEMER, M. R.; FERRAZ, C. A. A Fenomenologia como alternativa metodológica para pesquisa: algumas considerações. **Rev. Esc. Enf.**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 139-147, abr. 1990.

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

MOURA, C. A. de. Prefácio. *In*: HUSSERL, E. **Ideias para uma fenomenologia pura e para uma filosofia fenomenológica**. Tradução de M. Suzuki. Aparecida: Ideias & Letras, 2006. p. 15-23.

MUTTI, G. S. L.; TAMBARUSSI, C. M.; KLÜBER, T. E. A colaboração em um contexto de formação continuada de professores em Modelagem Matemática. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 28, e22055, p. 1-17, 2022.

PALMER, R. E. **Hermenêutica**. Tradução de Maria Luísa Ribeiro Ferreira. Lisboa: Edições 70, 1969.

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.

SILVA, J. J. da. **Filosofias da Matemática**. São Paulo: Editora Unesp, 2007.

SILVEIRA, F. L. da. A metodologia dos programas de pesquisa: a epistemologia de Imre Lakatos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.l.], v. 13, n. 3, p. 219–230, 1996.

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. (org.). **O ensino, a ciência e o cotidiano**. São Paulo: Alínea, 2006. p. 149-171.

TAMBARUSSI, C. M.; KLÜBER, T. E. da pesquisa stricto sensu em Modelagem Matemática na Educação Matemática. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 209-225, 2014.

TAMBARUSSI, C. M.; BICUDO, M. A. V. Focando o conceito de conhecimento em Modelagem Matemática na Educação Matemática. **Paradigma**, Maracay, v. XLI, n. 2, p. 311-330, dez. 2020.

TAMBARUSSI, C. M. **A produção do conhecimento matemático ao se trabalhar com modelagem matemática**. 2021. 261 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2021.

Submetido em 23 de Janeiro de 2024.

Aprovado em 27 de Maio de 2024